

# Planering och tillverkning av schaktblad

Optimering av ändamålsenligt schaktblad för  
jordbruksarbeten

Robin Willman

Examensarbete för ingenjör(YH)-examen

Utbildning: Maskin- och produktionsteknik (YH)

Vasa 2021



## EXAMENSARBETE

Författare: Robin Willman  
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik (YH) Vasa  
Inriktningsalternativ: Drifts- och energiteknik  
Handledare: Kaj Rintanen

Titel: Planering och tillverkning av schaktblad

---

Datum 15.3.2021 Sidantal: 28

---

### Abstrakt

Detta examensarbete gjordes på uppdrag av Håkan Willman som bedriver spannmålsodling i Nykarleby. För att bedriva jordbruket behöver han förnya och förbättra sina maskiner. I detta fall var han i behov av ett nytt schaktblad eftersom det gamla var slitet samt för litet för hans ändamål. Användningsområdet för schaktbladet är snöarbeten, markförflyttning samt utjämning.

Uppgiften består av att konstruera och tillverka ett mera lämpligt schaktblad som ska uppfylla H. Willmans krav. Tillvägagångssättet för att genomföra detta arbete består av planering som innefattar uppgörandet av 3D-modeller, finita elementsanalys och praktiskt utförande som består av bockning, hopsvetsning samt ytbehandling. Resultatet av examensarbetet blev ett färdigt schaktblad som redan har hunnit komma i användning för snöskottning. Vid utfört arbete med det nya schaktbladet kunde det konstateras att alla kriterier som var ställda på den nya konstruktionen var uppfyllda och det fungerade till stor belåtenhet. Den nya konstruktionen är större än den gamla och består bland annat av ett hydrauliskt svängbart blad och infästning i traktorns trepunktsfäste. Vidareutvecklingsmöjligheter för att ännu få jämnare markberedning ges även som förslag till framtida förbättringar.

---

Språk: svenska

Nyckelord: schaktblad, 3D-modellering, konstruktion

---

## OPINNÄYTETYÖ

|                          |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä:                  | Robin Willman                     |
| Koulutus ja paikkakunta: | Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa |
| Suuntautumisvaihtoehto:  | Käyttö- ja energiatekniikka       |
| Ohjaaja:                 | Kaj Rintanen                      |

Nimike: Takalanan suunnittelu ja valmistus

---

Päivämäärä 15.3.2021 Sivumäärä: 28

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Håkan Willmanille, joka viljelee viljakasveja Uudessakaarlepyyssä. Maatilan hoitamiseksi hänen on uudistettava ja parannettava työkoneitaan. Tässä tapauksessa hän tarvitsi uuden takalanan, koska vanha oli kulunut ja liian pieni hänen tarkoituksiinsa. Takalanan käyttöalue ovat lumityöt, maansiirto ja tasoitus.

Tehtävänä oli suunnitella ja valmistaa sopivampi takalana, joka täyttää H. Willmanin vaatimukset. Lähestymistapa tämän työn tekemiseen koostui suunnittelusta, joka sisälsi 3D-mallien laatimisen, äärellisten elementtien analyysin ja käytännön toteutuksen. Toteutus sisälsi taivuttamisen, hitsaamisen sekä pintakäsittelyn. Opinnäytetyön tuloksena on valmis takalana, jota on jo ehditty käyttää lumitöissä. Työtä tehdessä uudella takalanalla, pystyttiin toteamaan, että kaikki uudelle rakenteelle asetetut kriteerit täyttyivät ja se toimi erinomaisesti. Uusi takalana on 2,5 metriä leveä ja koostuu muun muassa hydraulisesti kääntyvästä terästä ja kiinnikkeestä traktorin kolmipistekiinnitykseen. Ehdotuksia tulevaisuuden jatkokehitykselle olisi saada maaperän tasoittaminen entistä tasaisemmaksi.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: takalana, 3D-mallinnus, rakentaminen

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Robin Willman  
Degree Programme: Mechanical and Production Engineering  
Specialization: Operational and Energy Technology  
Supervisor(s): Kaj Rintanen

Title: Planning and manufacturing of grader blade

---

Date 15.3.2021 Number of pages: 28

---

### Abstract

This thesis work was conducted for Håkan Willman who runs grain farms in Uusikaarlepyy. To run the farm, he needs to renew and improve his machines. In this case, he needed a new grader blade because the old one was worn and too small for his purposes. The area of use for the grader blade is snow work, earth movement and leveling.

The task consists of designing and manufacturing a more suitable grader blade that will meet H. Willman's requirements. The approach to carry out this work consists of planning that includes the settlement of 3D-models, finite element analysis and practical execution such as bending, welding together and surface treatment.

The result of the final work was a finished grader blade that has had time to be used for snow removal. When work was done with the new grader blade, it could be stated that all the criteria set for the new construction were met and it worked to great satisfaction. The new construction is larger than the old one and consists, among other things, of a hydraulically pivoting blade and attachment to the tractor's three-point hitch. Further development opportunities to achieve even more even soil preparation are also provided as proposals for future improvements.

---

Language: Swedish      Key words: grader blade, 3D-modeling, construction

---

# Innehållsförteckning

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Inledning.....                            | 1  |
| 1.1   | Bakgrund .....                            | 1  |
| 1.2   | Syfte .....                               | 2  |
| 1.3   | Mål.....                                  | 2  |
| 1.4   | Avgränsningar .....                       | 3  |
| 1.5   | Disposition .....                         | 3  |
| 2     | Teori .....                               | 4  |
| 2.1   | MIG/MAG-svetsning.....                    | 4  |
| 2.2   | Vattenskärning.....                       | 5  |
| 2.3   | Bockning.....                             | 6  |
| 2.4   | Hydraulik.....                            | 8  |
| 2.5   | CAD .....                                 | 9  |
| 2.5.1 | Inventor.....                             | 10 |
| 2.5.2 | Finita elementmetoden .....               | 10 |
| 2.6   | Produktutveckling.....                    | 11 |
| 3     | Metod .....                               | 13 |
| 3.1   | Utvecklingsprocessen av schaktbladet..... | 13 |
| 3.2   | Krav.....                                 | 14 |
| 3.3   | Konstruktionsplanering.....               | 15 |
| 3.4   | Utförande.....                            | 18 |
| 4     | Resultat .....                            | 22 |
| 4.1   | Resultat sammanfattning .....             | 24 |
| 5     | Diskussion .....                          | 26 |
| 5.1   | Metoddiskussion.....                      | 26 |
| 5.2   | Resultatdiskussion.....                   | 27 |
| 5.3   | Vidareutveckling.....                     | 28 |
| 6     | Källförteckning.....                      | 29 |

# 1 Inledning

I det här examensarbetet kommer ett nytt schaktblad att konstrueras och tillverkas. Till processen hör bland annat att rita upp schaktbladet, produktutveckling och tillverkningens olika steg. Projektet omfattar på så vis att planera en lämplig lösning för konsumentens användningsområden, uppgörandet av 3D-modeller, 2D-ritningar för deltillverkningen samt hopsvetsning av det nya schaktbladet. Schaktbladet färdigställs helt och ytbehandlas innan användning.

## 1.1 Bakgrund

I början av januari 2021 tog Håkan Willman kontakt och berättade att han var i behov av ett nytt schaktblad för snöskottning samt jordschaktning till det jordbruk han bedriver. Han ansåg att man kunde tillverka ett eget för att det på bästa vis ska passa till hans användningsområden. Detta ansåg jag vara ett lärorikt projekt som jag även tänkte att jag kunde ha som examensarbete. Kaj Rintanen kontaktades från skolans sida och han ansåg att detta vore ett lämpligt examensarbete för mina studier till maskiningenjör.

Håkan Willman bedriver spannmålsodling där skörden sedan distribueras vidare och säljs till djuruppfödning. För att upprätthålla jordbruket behövs maskiner till jordbearbetningen, de flesta maskinerna kopplas till en traktor vid utförandet. Vid användning slits maskinerna och de behöver förnyas eller repareras. En maskin som han använder sig mycket av både sommar- och vintertid är ett schaktblad.

I det här fallet ansåg H. Willman att det schaktblad han använde var för litet samt att han ville ha möjligheten att styra vinkeln på bladet inifrån traktorns hytt. Det befintliga schaktbladet som han använde var två meter brett. Vintertid används schaktbladet till snöskottning av gårdsplaner och med ett större schaktblad skulle det innebära att arbetstiden förkortas och ergonomin förbättras. Det tidigare schaktbladet som har använts har man behövt justera vinkeln på bladet för hand med ett tapplåsningssystem. Med det nya schaktbladet skulle det vara möjligt att ändra vinkeln på bladet hydrauliskt inifrån traktorns hytt. Ett beslut om att konstruera samt tillverka ett större och mera ändamålsenligt schaktblad togs.

## 1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet var att konstruera samt tillverka ett schaktblad med större schaktbredd än det tidigare som var 2 m. Med en bredare schaktbredd ska det resultera i ett snabbare utfört arbete eftersom man då inte skulle vara i behov att köra lika många varv vid till exempel snöskottning. Med en kortare körtid skulle det också resultera i en mindre bränsleförbrukning vilket är positivt för miljön med mindre utsläpp. Vid användningen nöts bettet och det var även ett krav att detta skulle kunna bytas och ersättas med ett köpt bett med standardmått.

Ett annat krav som H. Willman hade var att vinkeln på bladet skulle kunna ändras inifrån traktorn med hjälp av traktorns hydrauliksystem. I dagsläget använde han sig av ett schaktblad som bladet måste låsas med tappar och justeras manuellt. Detta skulle förkorta arbetstiden eftersom han inte skulle behöva kliva ur traktorn för att göra justeringar. Detta skulle då även påverka ergonomin på ett fördelaktigt sätt samt att arbets säkerheten även tas i beaktande för att undvika att olyckor sker vid användningen.

## 1.3 Mål

Målet med examensarbetet var att leverera en komplett lösning på ett schaktblad. Med en komplett lösning menas att bladet ska vara hållbart samt användarvänligt och det kanske viktigaste att det ska vara ändamålsenligt åt H. Willman. Schaktbladet ska vara lätt att underhålla genom att använda så mycket standardkomponenter som möjligt vilket gör dem lätt utbytbara vid eventuella haverier.

Ritningar för tillverkningen ska framställas och delarna ska tillverkas, hopsvetsas och målas. Bladet ska vara användbart och fullständigt klart när slutarbetet är färdigt. De krav som ställts för det färdiga schaktbladet bör uppfyllas innan leverans till H. Willman.

## **1.4 Avgränsningar**

Examensarbetet avgränsades till planering av hur det nya bladet ska se ut, uppgörandet av 3D-modeller, utskärning av delar, ihop svetsning samt målning. Kostnads kalkyl ingår inte i examensarbetet eftersom det till stor del är materialkostnader som tillkommer då arbetet till största delen görs själv. Någon användarmanual ingår inte heller i det här slutarbetet eftersom H. Willman har tidigare erfarenhet av liknande maskiner och ingen annan kommer att få tillgång att använda schaktbladet.

## **1.5 Disposition**

Det här slutarbetet är indelat i fem kapitel. Det första och inledande kapitlet beskriver bakgrunden till det konkreta arbete som görs, syftet och mål samt avgränsningar för arbetet. I slutarbetets andra kapitel redogörs för den teoretiska bakgrunden där bland annat MIG/MAG-svetsning, vattenskarving, bockning, hydraulik, CAD och produktutveckling ingår. Det tredje kapitlet, metod, presenterar krav, planering och utförande. I kapitel fyra presenteras slutarbetets resultat. I det avslutande kapitlet diskuteras slutarbetets resultat, metod och genomförande. Slutligen ges även förslag kring vidareutveckling.

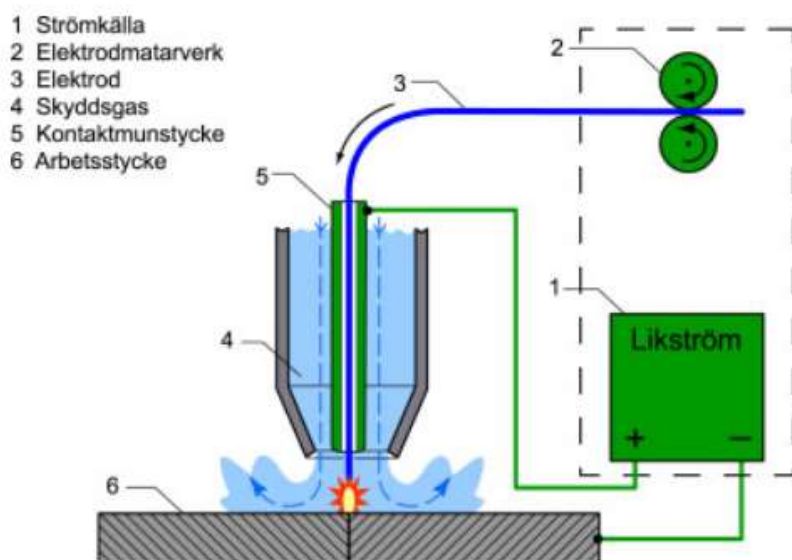


## 2 Teori

I detta kapitel beskrivs den teori som behövs för att förstå slutarbetets olika processer samt varför det blev gjort på ett visst sätt. I det här kapitlet presenteras vattenskärning eftersom det är den metod som används för att skära ut metalldelarna till schaktbladet. I kapitlet behandlas även bockning, som är den använda metallbearbetningsmetoden för att få delarna i önskvärd form. Ytterligare tas MIG/MAG-svetsning upp, vilket är den svetsmetod som används för att sammanfoga metallplåtarna i bladet. Slutligen tas hydraulik, 3D-modellering och produktutveckling upp, eftersom de är centrala delar vid planeringen av schaktbladet.

### 2.1 MIG/MAG-svetsning

MIG/MAG-svetsning är en metod som används för att sammanfoga metallytor med hjälp av likström. Tillsatsmaterial i form av en metalltråd matas ur en svetspistol och smälter samman med metallerna som ska sammanfogas, detta bildar själva svetsfogen. Tillsatsmaterialet fungerar som elektrod och via en jordklämma förenas likströmmen och vid hög spänning leder det till att metallytorna smälts samman. För att förhindra att syre förorenar smältpunkten använd en skydds gas i form av argon (Ar). Funktionsprincipen visas tydligt i figuren nedan. (Lepola & Makkonen, 2004)



Figur 1. MIG/MAG-funktionsprincip. (Svetskommissionen, 2019).

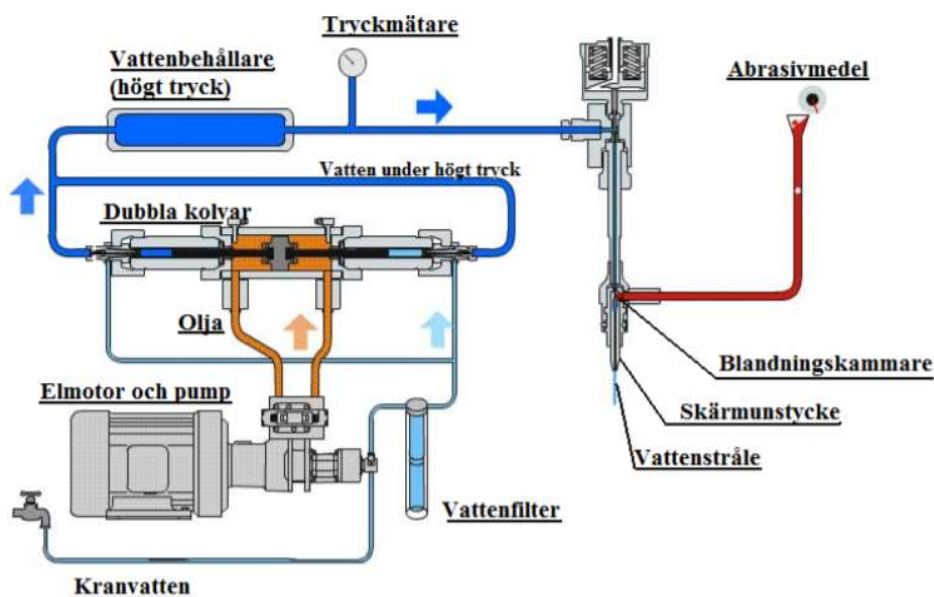
Fördelarna med denna svetsmetod är att den är snabb att använda på grund ut av inga avbrott vid svetsningen jämfört med MMA-svetsning där elektrobyte måste utföras frekvent. Ingen slaggbildning, liten fogvolym samt liten värmeförändring i formen på materialet som svetsas. Materialen som svetsningen kan tillämpas på är alla olegerade och låglegerade metaller.

Nackdelarna med denna svetsmetod är att den är känslig för orenheter vid smältpunkten. Argon som skyddsgas är dyrt och har en stor åtgång vid svetsmetoden. Skyddsgasen är även känslig för vind vilket gör att den lämpar sig dåligt för utomhusbruk.

## **2.2 Vattenskrining**

Vattenskrining är en metod som används för att skära ut olika modeller och figurer med en vattenstråle som under högt tryck projiceras på det tänkta skärojektet. På grund av att vattenstrålen är under högt tryck och pressas genom en smal öppning utgör detta en skärning i objektet. Vattenskrining kan tillämpas på de flesta material så som kompositer, glas med mera, men metaller är det absolut största tillämpningsområdet för vattenskriningstekniken. Fördelarna med vattenskrining mot andra termiska skärmetoder är att den inte bildar slagg, ger fin skäryta samt att den inte har någon värmepåverkande zon vilket kan orsaka värmespanningar i materialen. (Ness et al., 1995).

Vattenskriningsmaskinerna är datorstyrda eller även kallat CNC-styrda vilket gör att man kan få identiska exemplar av de modeller man ritat upp på datorn. För att få en ökad skärkraft för vattenstrålen blandar man sand med vattnet vilket gör strålen som projiceras mer abrasiv. Här nedan visas en figur över hur systemet för en vattenskrinare är uppbyggt. (Hoogstrate et al., 2006).

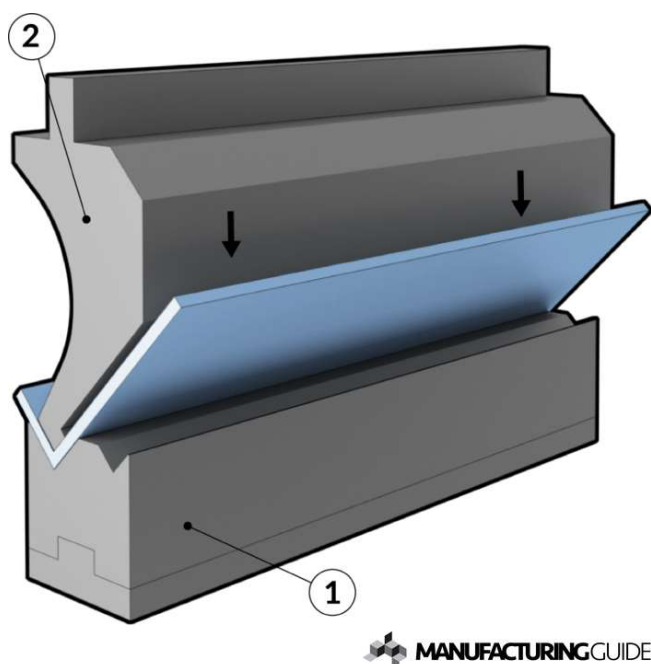


Figur 2. Funktionssystemet för en vattenskärare. (Österman et al., 2010).

## 2.3 Bockning

Bockning är en metod för att forma om material till önskad vinkel och radie som konstruktionen kräver. För att bearbeta och omforma materialet appliceras böjande momentkrafter som pressar materialet och formändring sker. Krafterna som materialet utsätts för är så stora att materialets form ändras och blir bestående. Vid bockning töjs materialets utsida och insidan av materialet komprimeras.

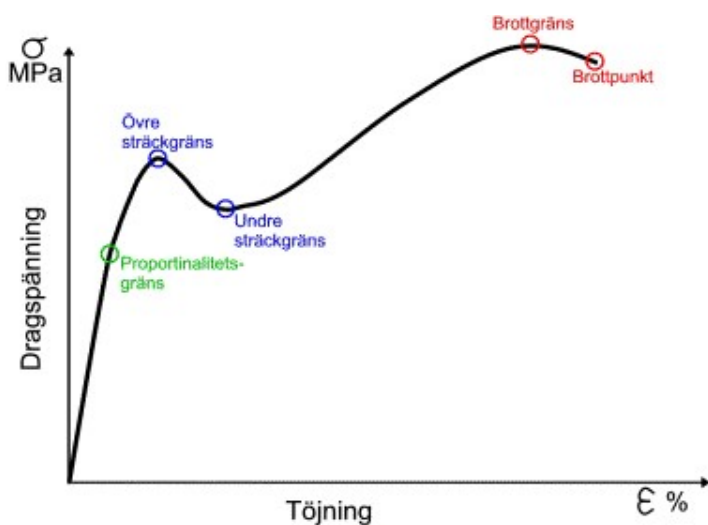
Bockning utförs framför allt på metallkonstruktioner och kan tillämpas på en rad olika profiler samt plåtar. Det vanligaste verktyget vid plåtbockning är kantpressning där verktyget pressar materialet mot en dyna. Vid kantpressning påverkar pressverktygets samt dynans utformning hur materialet blir bockat. Nedan är en enkel figur på hur ett bockningsverktyg pressar ner mot dynan och plåten bockas. Dynan är numrerad 1 och bockningsverktyget numrerat 2 i figuren.



Figur 3. Bockningsfunktion. (Manufacturingguide, u.å).

Då man utsätter material för så stor kraft att materialet deformeras så uppnår det sin sträckgräns. Om kraften ännu ökar tills det uppstår brott i materialet uppnår det sin brottgräns. För att erhålla en bestående formförändring vid bockning måste kraften som appliceras ligga mellan sträck och brottgränsen för materialet. Fördelarna med bockning är att det är billigare och snabbare än svetsning, samt att man kan förbättra konstruktionens styvhet. (Manufacturingguide, u.å).

Man kan analysera hur ett material belastas genom ett spännings-töjningsdiagram.

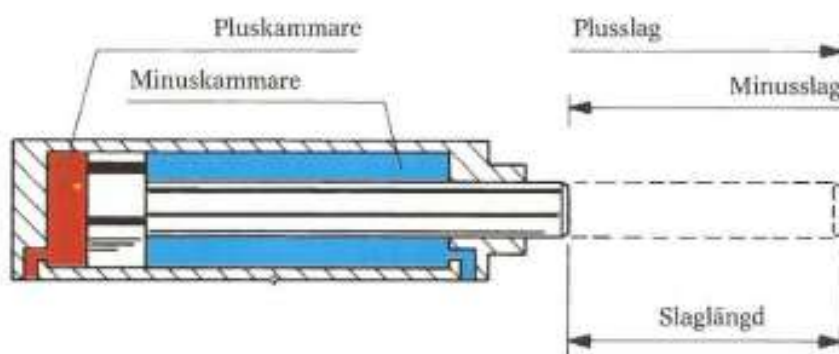


Figur 4. Spännings-töjningsdiagram. (Carbontrikes, u.å).

## 2.4 Hydraulik

Hydraulik är ett sätt att lagra, styra samt överföra energi med hjälp av vätska. Hydraulik bygger på att vätska utsätts för tryckskillnader i ett slutet system och med hjälp av mekanisk energi kan man få ut hydraulisk effekt. Ett typiskt hydraulsystem består av motorer, pumpar, slangar, cylindrar samt ventiler.

Hydraulcylindrar består av ett rör som verkar som cylinder samt en kolv som löper in i cylindern. Tätningar på kolven gör att när hydraultryck appliceras så kommer kolven att röra sig i samma riktning för att göra rum för mer vätska. I en dubbelverkande hydraulcylinder kan trycket verka i båda riktningarna för att försätta kolven i rörelse i både plusslag och minuslag. Kraften i minuslag kommer att vara något mindre eftersom arean på kolven som hydraultrycket verkar på är mindre. (Haugnes, 1995).



Figur 5. Dubbelverkande hydraulcylinder (Nygård, 2015).

Den kraft som hydraultrycket verkar med kan räknas ut med formeln:

$$F = p * A$$

F= Kraften (N)

p= Tryck (Pa)

A=Area (m<sup>2</sup>)

Hydraul ventiler används i hydrauliska system för att styra hydraultrycket i önskad riktning samt storlek. Hydraulikventiler öppnar flödeskanaler och på så vis styr det hur hydrauliktrycket distribueras. Styrningen till ventilerna kan vara antingen mekanisk eller elstyrda. Några exempel på ventiler av olika funktion är magnetventiler, tryckreglerings ventiler samt proportionalventiler. I detta examensarbete används mekaniskt styrda ventiler därför beskrivs funktionen för en dubbel låsventil närmare.

En dubbel låsventil fungerar på det sättet att drivtrycket på den ena sidan öppnar den låsbara ventilen på andra sidan. Detta kan användas för att förhindra förändringar av cylinderinställningen på grund av till exempel spindelläckage från styrventilen.



Figur 6. Dubbel låsventil. (ikh.fi, u.å).

## 2.5 CAD

CAD står för Computer Aided Design eller datorstödd konstruktion och är särskilda program utformade för att göra upp ritningar och konstruktioner på datorn. Med dessa datorprogram kan man enkelt planera och simulera delar som vid ett senare skede ska tillverkas. CAD-program används främst inom konstruktionsplanering inom verkstadsindustrin. Fördelarna med CAD-program är att man kan enkelt göra upp ritningar samt göra snabba ändringar i

befintliga ritningar. Några exempel på CAD-program är Inventor, Siemens NX samt SolidWorks. Inventor används till detta slutarbete som CAD-program och beskrivs noggrannare nedan.

(Autodesk, u.å).

### **2.5.1 Inventor**

Inventor är ett 3D-modelleringsprogram utvecklat av Autodesk. Programmet är ämnat för att användaren ska kunna göra upp digitala 3D- samt 2D-designer och prototyper. Inventor består av många olika moduler för modellering och de som är väsentliga för detta slutarbete är "Part", "Sheet Metal", "Assembly" samt "Drawing".

"Part" är modulen som består av geometriska och dimensionella relaterade funktioner som via en extrudering bildar ett digitalt objekt. För att modellera en part börja man med att rita sketcher och definierar dimensionerna på geometrin som sedan extruderas och bildar ett 3-dimensionellt objekt. I modulen "Sheet Metal" bygger man upp en plåtdel med konstant tjocklek där man definierar plåttjocklek, bockningsradier med mera. "Flat Pattern" är ett kommando för att breda ut plåten och markera var delen ska bockas och på så vis underlätta vid uppgörandet av ritningen samt vid tillverkningen av delen.

"Assembly" är modulen för att placera alla komponenterna i ett system en enda sammanställning. Konstruktören får på så vis en tydlig bild om komponenterna passar ihop samt om modellen är visuellt godtycklig. I "Assembly" modulen kan dimensionerna och delarna testas huruvida de passar ihop med varandra.

"Drawing" är modulen för att göra upp 2D-ritningar av delar som ska tillverkas. I modulen läggs alla mått och bockningsmarkeringar in för att underlätta vid tillverkningen. Av en tredimensionell del görs tvådimensionella ritningar för att kunna tillverka delarna enligt exakta mått.

(Autodesk, u.å).

### **2.5.2 Finita elementmetoden**

Finita elementmetoden används för att analysera hållfastheten hos en konstruktion. Analysen görs med hjälp av olika CAD-program. Genom att definiera materialet på konstruktionen

samt vilka krafter som verkar kan man med datorn räkna ut spänningarna i materialet. Metoden delar upp en konstruktion i flera olika segment (engelskans mesh). Dessa segment områden beskriver spänningarna i de små segmenten. Finita elementmetoden är integrerat i moderna CAD-system, vilket gör det möjligt för designers att snabbt och praktiskt kontrollera hållfastheten hos detaljer som inte existerar förutom som datormodeller. Finita elementanalys kan tillämpas med programmet Autodesk Inventor. (Nationalencyklopedin, u.å).

## 2.6 Produktutveckling

Produktutveckling är metoderna som används för att gå från en idé till att skapa en helt ny produkt. Produktutveckling kan även tillämpas för att förbättra en redan befintlig produkt. Målet med produktutveckling är att utveckla en produkt som uppfyller alla kriterier och är tillfredställande för konsumenten. Produktutveckling består vanligtvis av fem steg för att gå från ett idékoncept till att lansera den nya produkten. De fem vanligaste stegen man följer är koncept, informationssökning, analys, utveckling samt lansering.

Konceptfasen är första steget i produktutvecklingen där idégenerering bildas. Idén till att vidareutveckla produkten kan ofta komma från kundens klagomål eller kunders efterfrågan. Kunden kan i detta skede begära att vissa krav uppnås för att de ska köpa produkten. För en tillverkare är det då väldigt viktigt att dessa krav uppfylls för att få en nöjd kund. Denna fas väcker idén till att göra en förändring på produkten eller att helt skapa en ny produkt.

Nästa fas i produktutvecklingskedjan är att göra informationssökning. Informationssökningen görs för att ta reda på bland annat kundens behov av produkten. Man bedömer på så vis om det finns någon marknad för att utveckla och börja producera en ny produkt. I detta skede är det viktigt att analysera konkurrenters produkter för att inte bestrida varumärkesskydd.

Analysen är produktutvecklingens tredje fas och här analyseras kostnader mot nyttan. I denna fas granskas om det är ekonomiskt lönsamt att utveckla produkten. Man kan till exempel studera hur stor tillverkningskostnaderna samt arbetskostnaderna kommer att bli. I det fjärde steget som består av utvecklingen av den nya produkten gör man upp prototyper och utför tester på den nya produkten. Uppgörandet av modeller kan ske via CAD-program som simulerar den verkliga produkten elektroniskt. I detta steg får man en visuell bild över



den nya produkten. Tester på den nya produkten utförs även ofta i CAD-program där till exempelvis hållfastheten kan analyseras med en finit elementanalys.

Lansering av den nya produkten är det sista steget i produktutvecklingen. I detta skede försätts den nya eller förbättrade produkten ut på marknaden. Målet med detta skede är att produkten ska möta kundens krav och ha stor efterfrågan på marknaden.

(projektledning.se, 2020.)



Figur 7. Produktutvecklingens olika faser. (projektledning.se).

## 3 Metod

I detta kapitel beskrivs vilka metoder som används för att komma fram till den slutliga modellen. Produktutvecklingsmetoden i detta kapitel beskriver tillvägagångssättet att gå från idén till att tillverka ett nytt schaktblad till ett färdigt koncept. H. Willman hade vissa krav och kriterier som han ansåg att bör finnas på den nya konstruktionen. En presentation om hur kraven har uppfyllts samt tillverkningens olika processer presenteras även i detta kapitel. Metoderna för tillverkningsprocessen består bland annat av planering och utförande. Vid utförandet tas alla praktiska delar upp som berör tillverkningen av det faktiska schaktbladet.

### 3.1 Utvecklingsprocessen av schaktbladet

Hela utvecklingen och framtagningen av det nya schaktbladet kan beskrivas i fem steg koncept, informationssökning, analys, utveckling samt lansering.

Konceptet för schaktbladet grundar sig på H. Willmans klagomål samt förfrågningar. Klagomålen bestod av att schaktbladet som blev använt tidigare är för litet och att det skulle vara fördelaktigt med ett större schaktblad. Detta genererade en idé om att tillverka ett schaktblad som bättre bemöter H. Willmans förfrågan samt bemöter hans klagomål.

Nästa steg i produktutvecklingen bestod av att utföra informationssökning om hur stort behovet av ett nytt schaktblad var. Det kunde konstateras att behovet av ett nytt schaktblad var stort eftersom det gamla var mycket slitet. Arbetstiden för att utföra schaktning med det gamla schaktbladet med en schaktbredd på 2 m var hög, detta bidrog även till att behovet ökade för ett större schaktblad. I detta skede presenterade H. Willman även krav som han ansåg att ett ändamålsenligt schaktblad bör uppfylla. En kravlista finns presenterade under kapitlet krav.

Efter att behovet konstaterats vara stort nog att fortsätta processen påbörjades det en analys om kostnaderna överskrider konsumentens behov. I detta fall så kom kostnaderna att hållas låga eftersom arbetet utförs till största delen själv och det främst är materialkostnader och utskärningskostnader som tillkommer vid tillverkningen. Det kunde konstateras att det fanns tillgång till verkstadsutrustning så som svetsar, vinkelslipar, borrarmaskiner, målarsprutor med mera i den egna verkstaden. Kostnaderna kunde på så vis uppskattas att de hålls inom ramarna för konsumenten.

Nästa steg i utvecklingsprocessen blev att göra upp prototyper och utföra tester för att få en visuell bild och optimera den nya produkten. Utvecklingen av produkten gjordes i CAD-program samt att en finita elementanalys gjordes för att analysera och optimera hållfastheten på den nya produkten. 3D-modeller gjordes för att få en sammanställning av det nya schaktbladet samt att 2D-modeller gjordes för att underlätta för deltillverkningen. Vid utvecklingen bör kundens krav överensstämma med den nya modellen, det var därför väldigt viktigt att ha kraven i åtanke och finna lösningar på problemen med det gamla schaktbladet. Metoderna som användes för att ta fram 3D-modellerna presenteras djupare i kapitlet konstruktionsplanering.

Innan lanseringen så godkände H. Willman 3D-modellerna och ansåg att de uppfyller hans krav och behov. En kontinuerlig diskussion fördes med H. Willman under hela utvecklingsprocessen. Alla delarna tillverkades och konstruktionen tillverkades enligt ritningarna. När schaktbladet var färdigt lanserades det till H. Willman. Även i fortsättningen kommer en diskussion föras huruvida han är nöjd eller om förbättringar ännu kunde göras.

## 3.2 Krav

De krav och kriterier som H. Willman ansåg bör uppfyllas blev uppskrivna och presenteras här som en kravlista. Koncept för lösningar på kraven diskuterades och presenteras även i kravlistan nedan. Listan består av krav för användning och konstruktion.

### **Kravlista:**

#### **Användning:**

- Säker att använda:
  - Minska skärrisk genom att fasa ytorna med vinkelslip från vassa kanter.
- Ergonomisk att använda:
  - Inga tunga kroppsarbeten behöver utföras tack vare hydrauliskt styrda delar.
- Minimalt underhåll:
  - Kontaktytor ska försättas med smörjnippor, och bettet ska vara utbytbart med bultar.

- Snabb i- och urhakning:
  - Passa på traktorns trepunktsfäste.

### **Konstruktion**

- Standardkomponenter:
  - Så långt som möjligt ska standardkomponenter användas (komponenter som finns att köpas i butik) för att snabbt kunna byta ut slitdelar och andra delar vid eventuella haverier.
- Hydrauliskt vändbart blad:
  - Hydrauliken ska kunna kopplas till traktorns hydrauliksystem. Detta ska lösas med standardkomponenter.
- Utbytbart brett:
  - Löstag- och isättbart med bulsystem.
- Större markberedning:
  - Bladet konstrueras med en markberedningsbredd på 2,5m.
- Hållbart:
  - Konstrueras så att schaktbladet ska hålla belastningarna det blir utsatt för vid användning.

### **3.3 Konstruktionsplanering**

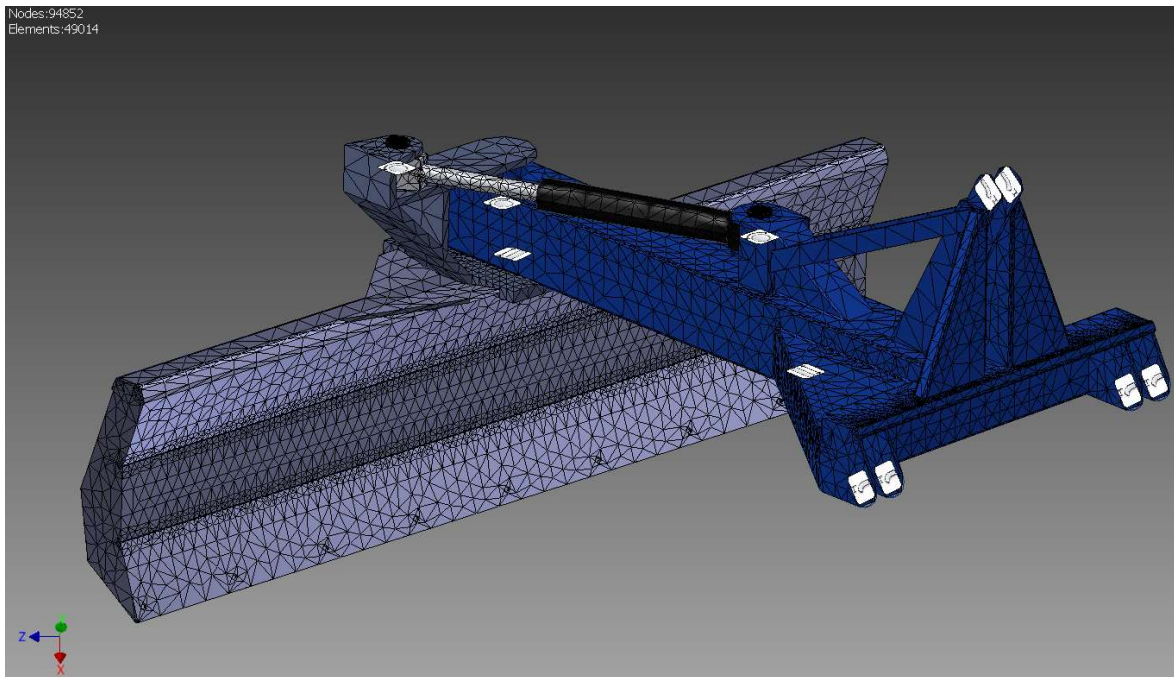
Planeringen av det nya bladet började med att undersöka det gamla bladet och studera vad som man kunde dra nytta av konstruktionsmässigt och vad som kunde förändras. Konstruktionsmässigt kunde måtten för trepunktsfästet kopieras samt håldiametrarna. Det gamla schaktbladet hade H. Willman även fäst extra vikter på, vilket antyder att den nya konstruktionen kunde planeras tyngre än det gamla för att få det att gå bättre ner i marken vid användningen.

Efter att mått av de dimensioner som skulle återanvändas tagits började jag göra upp ritningar i CAD-programmet Autodesk Inventor på hur det nya bladet kunde se ut. Där

ritades 3D-modeller upp i "Sheet Metal Design" eftersom det gör att bockningsradier räknas ut i programmet. Bladdelen, bommen och hydraulcylindern konstruerades skilt och sammanställdes i en "Assembly" konstruktion för att få en tydlig visuell bild på hur den nya modellen kommer se ut. Konstruktionen styvades upp med bockade plåt detaljer genom att fundera hur krafterna kommer att verka på de olika delarna. Konstruktionen planerades med så många bockade delar som möjligt för att minimera svetsarbetet.

Nästa steg var att planera konstruktionen på det nya bladet med kraven i åtanke. Ett nytt blad började konstrueras och en 3D- "Assembly" modell presenterades åt H. Willman. Vid planeringen var vissa mått kritiska exempelvis längden på bommen måste vara längre än halva bladbredden för att kunna vända bladet 180° utan kollision. Genom kontinuerlig diskussion med H. Willman kunde vi tillsammans komma fram till en tillfredsställande 3D-modell i programmet.

När H. Willman var nöjd med 3D-modellen av schaktbladet kunde en finita elementanalys göras för att se var bladet var som svagast. Modellen kunde på så vis optimeras på det svagaste stället och man kunde göra materialet tjockare eller ändra konstruktionen för att få den att hålla belastningarna. Vid analysen är det viktigt att få modellen låst på rätt sätt för att illustrera ett så verkligt fall som möjligt. I detta fall låstes bladet i hålen till trepunktsfästet och andra kontaktytor gjordes fritt roterande förutom hydraulcylindern som låstes så att bladet stod i 90 grader mot bommens långsida. Modellen delades upp i olika segment (mesh) som används vid finita elementmetoden.



**Figur 8. Modellen indelad i mesh-segment samt förankrat vid infästningarna.**

Nästa steg var att applicera krafter, jag gjorde två tester i finita elementanalysen. Första testet använde jag mig av en punktlast eftersom det bra kan illustrera en sten eller något annat man kan köra på med schaktbladet vilket skulle utgöra en stor punktbelastning. I det andra fallet applicerade jag en utbredd last som var fördelad längs med bladets nedersta del, detta fall kan bra illustrera jordschaktning. I båda fallen var kraften riktad bakåt i bommens riktning och storleken på kraften 20 kN. Spänningarna i schaktbladet analyserades och blev mycket högre vid det första belastningsfallet och med en kraft på 20 kN är spänningen i materialet lite över sträckgränsen vilket gör att en bestående materialförändring kommer ske. I det andra belastningsfallet är spänningarna något under sträckgränsen vilket gör att bestående materialförändringar inte sker. Materialet består av metall av kvaliteten S355 med en sträckgräns på 355 MPa. Vikten på schaktbladet kunde även enkelt fås fram med Inventor genom att identifiera densiteten för materialet. Totala massan på schaktbladet blev 574 kg.

|  |  |     |                   |
|--|--|-----|-------------------|
| Density  | Requested Accuracy                             |     | Clipboard         |
| 7,850 g/cm <sup>3</sup>                                    | High   |     |                   |
| General Properties   |  |     |                   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Include Cosmetic Welds | <input type="checkbox"/> Include QTY Overrides |     |                   |
|  | Center of Gravity*                             |     |                   |
| Mass   | 573,642 kg (Relativ                            | ≈ X | -3093,803 mm (Re  |
| Area   | 13423814,644 mm                                | ≈ Y | -1314,558 mm (Re  |
| Volume   | 73075458,358 mm                                | ≈ Z | 1919,577 mm (Reli |

Figur 9. Värden för 3-D modellen i Inventor.

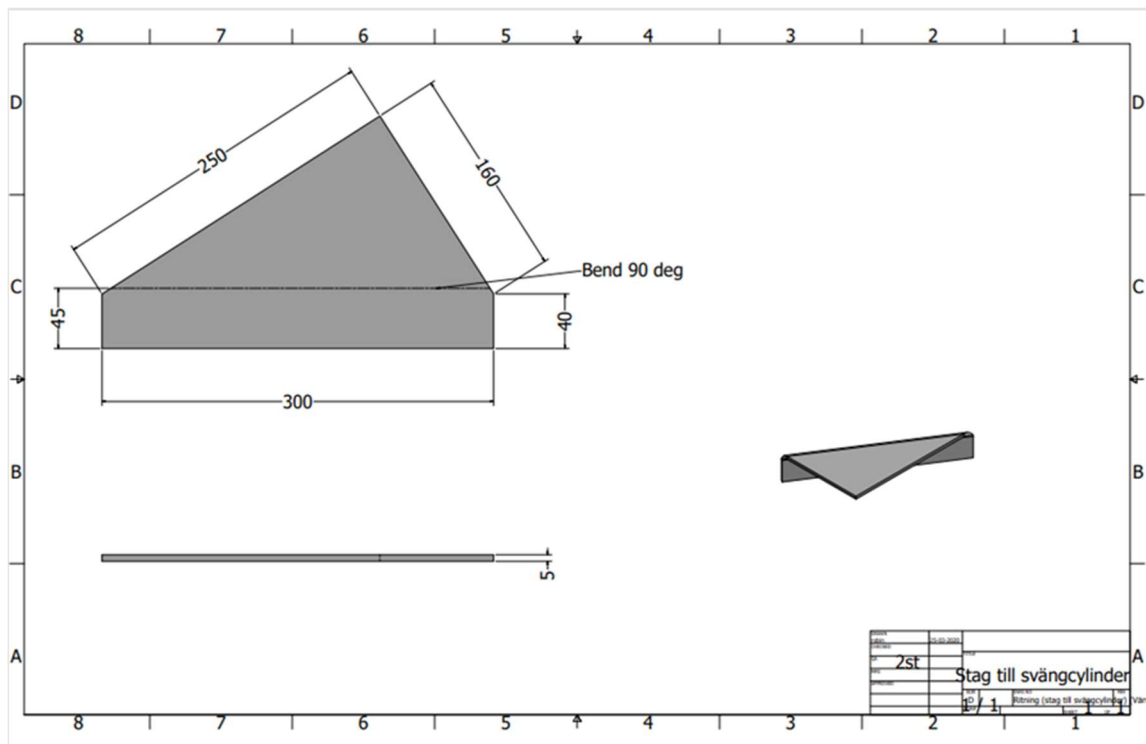
2D-ritningar gjordes i Inventor på samtliga delar och bockningsradier räknades ut i programmet genom att ange mått och vinklar. Dessa ritningar är obligatoriska för att kunna skära ut delarna och underlättar mycket vid tillverkningen.

### 3.4 Utförande

Nästa steg i processen blev att tillverka delarna. Delarna blev utskurna med CNC-vattenskarare vid metallföretaget B. Portin. För att delarna skulle kunna skäras ut måste filerna exporteras från IPT-format till DWG-format till den datorstyrda vattenskararen, eftersom CNC-skäraren kräver DWG-filformat. Företaget skar ut samtliga delar med vattenskararen. För att minska på arbetstiden användes endast 3 olika plåttjocklekar (5mm, 10mm samt 20mm) för de delar som skulle bockas. Bommen bestod av ett 200×200×10 rhs rör som endast sågades till lämplig längd. De ritningar för deltillverkningen som presenterades åt företaget B. Portin finns presenterade som bilagor i det här examensarbetet.

#### Bockning

Delarna bockades efteråt med kantpress enligt ritningarna. Var delarna skulle bockas och bockningsvinkeln blev utmärkta i ritningarna. Bockningsradierna blev uträknade i programmet Inventor.



Figur 10. Ritning på delarna i Inventor.





**Figur 11. De bockade plåtdelarna till bomdelen.**

När delarna var bockade var det svetsning näst på tur. Svetsningen blev utförd med en MIG/MAG-svets av märket Kemppi 420 A. För att få hålen att stämma exakt utfördes all svetsning med tapparna i hålen detta medför att hålens position inte ändras vid värmeförändringen. I figuren nedan syns den påbörjade svetsningen där bomdelen börjar ta form. Bomdelen var bland det första som svetsades ihop. Trepunktsfästet byggs upp och svetsas ihop.



**Figur 12. Bom delen svetsades ihop med MIG/MAG-svetsning.**

### **Hydraulik**

Hydrauliken till schaktbladet består av traktorns eget hydrauliksystem vilket består av en hydraulpump som drivs av traktorns motor, ett ventilbord som styrs manuellt med spakar inifrån traktorns hytt samt anslutningar till systemet. Till schaktbladet valdes en dubbelverkande hydraulcylinder, 90×50×560mm, för justeringen av bladvinkeln. Hydraulcylindern måste vara dubbelverkande eftersom vinkeln på bladet ska kunna justeras båda vägarna. För att inte belasta traktorns eget ventilsystem vid schaktningen så kopplades en dubbellåsventil på cylindern. Låsventilen släpper endast in hydraultryck när drivtryck från traktorns hydraulsystem appliceras, vilket gör att hydraulcylindern hålls på sin position och under schaktning vänder inte bladet sig i belastningsriktningen. Från låsventilen kopplades hydraulslangar rakt in i traktorns hydraulanslutningar.

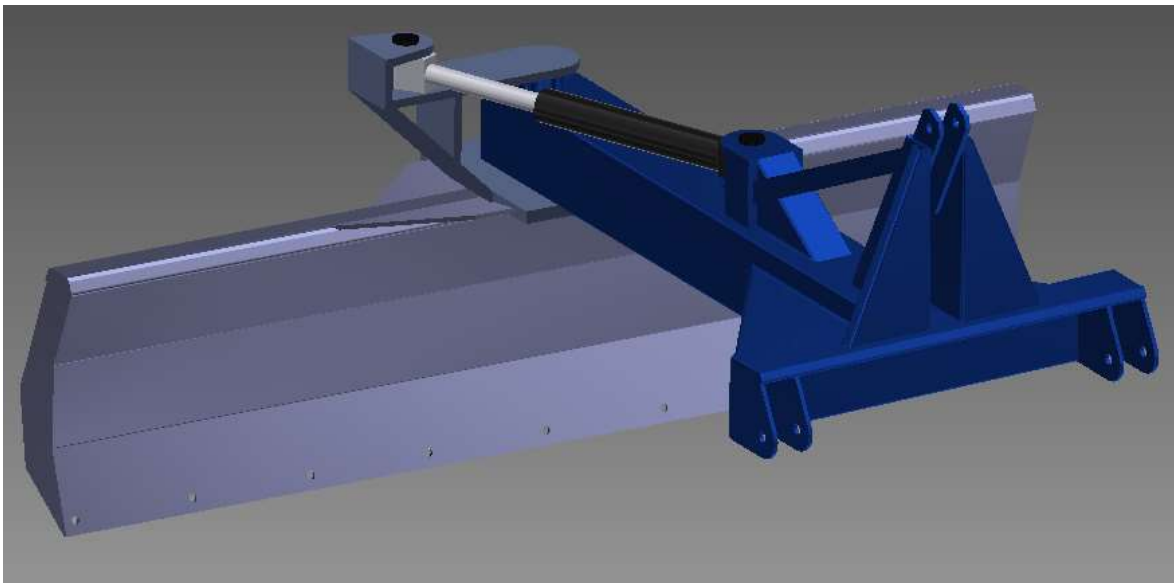
### **Ytbehandling**

När bladet var svetsat, hopmonterat och hydrauliksystemet testat blev det målning som nästa på tur. Plåtarna var oljiga för att förhindra att rost ska snabbt tränga in, vid målning måste plåtarna vara fria från all olja och övrig smuts. För att få bort olja och smuts sandblästrades alla delar innan målning. Samtliga delar blev grundmålade innan den slutgiltiga färgen applicerades. Schaktbladet målades inomhus med en målarspruta. Traktorn som schaktbladet är ämnat för är blå därför målades bommen med en matchande blå färg, medan själva bladdelen blev målad svart.

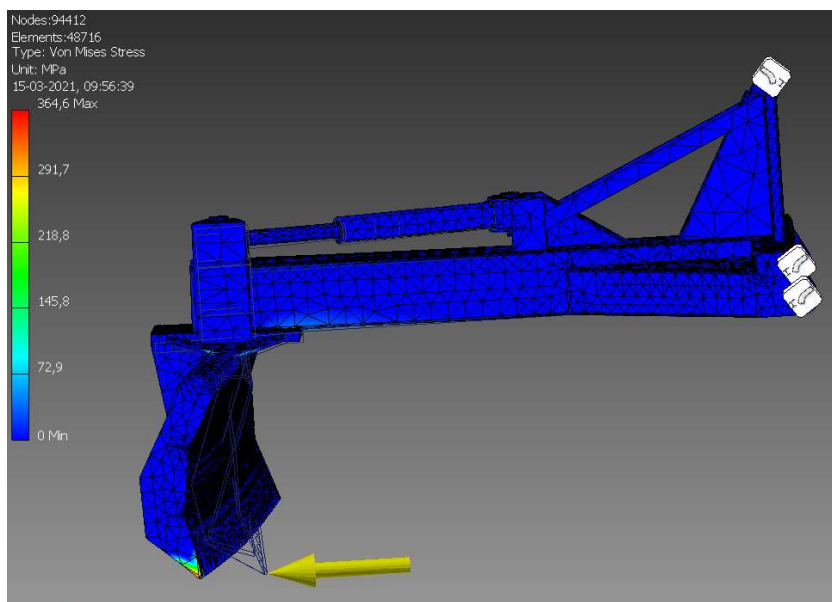
## 4 Resultat

Resultatet av examensarbetet blev ett fungerande och ändamålsenligt schaktblad med tillhörande 3D-modell och finita elementanalys. Schaktbladet uppfyller de mål och kriterier som satts upp i inledningen av arbetet. Nedan presenteras en resultatsammanfattning med teknisk data för schaktbladet och bilder av den färdiga produkten.

3D-modelleringen resulterade i en "Assembly modell" där konstruktionens alla komponenter finns med. På denna modell blev även en finita elementanalys utförd vilket resulterade i att spänningarna i materialet kunde analyseras och var konstruktionen belastades som mest.

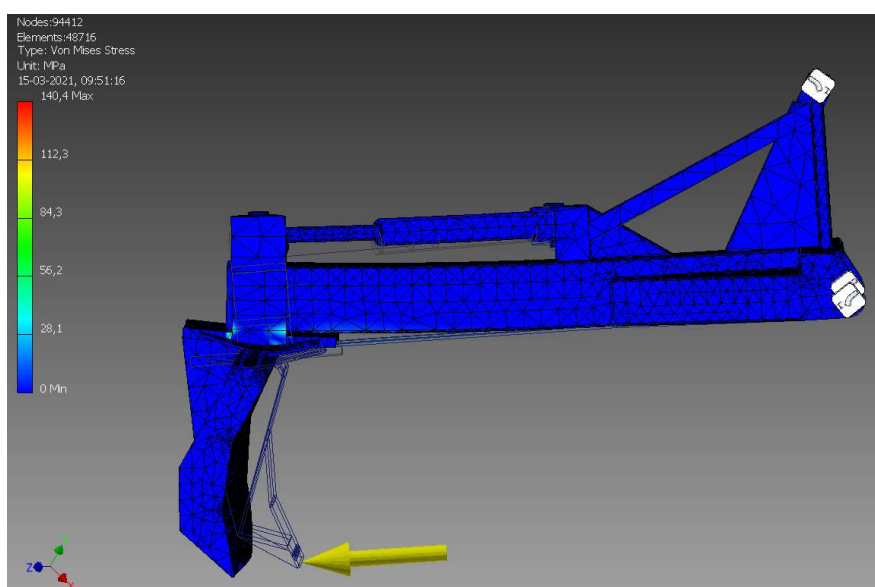


Figur 13. 3D-modell på schaktbladet.



**Figur 14. Belastningsfall 1 med kraften 20 kN och en maxspänning på 364,6 MPa.**

S355 är kvaliteten på metallen som blir använd och det har en sträckgräns på 355 MPa och med en punktlast på 20 kN i ena änden på bladet bildas en maxspänning på 364,6 MPa. Belastningsfallet i denna analys skulle då utgöra en bestående formförändring på materialet. Detta fall illustrerar en situation vid användning då ett plötsligt hinder uppstår till exempel vid påkörning av en sten. Formförändringen är förstörd så att man enkelt kan se hur bladet böjs.



**Figur 15. Belastningsfall 2 med kraften 20 kN och en maxspänning på 140,4 MPa.**

Med en utbredd last på 20 kN riktad bakåt så blir maxspänningen i bladet 140,4 MPa. Spänningen i detta fall ligger under materialets sträckgräns och skulle inte utgöra en bestående formförändring på schaktbladet. Detta belastningsfall illustrerar bra jordschaktning där belastningen kan bli stor. Formförändringen är förstorad så att man enkelt kan se hur bladet böjs.

#### 4.1 Resultat sammanfattning

Schaktbladet har en bredd på 2,5 m med ett hydrauliskt justerbart blad som går att sammankoppla med traktorns eget hydrauliksystem. Alla kontaktytor som utsätts för friktion är försedda med lättåtkomlig smörjnippel och vid kontinuerlig smörjning kommer delarna inte slitas lika snabbt. Bettet är vändbart samt lätt utbytbart med bultfastsättning. Massan för hela schaktbladet blev 574 kg, endast bladdelen 230 kg. Massan beräknas med hjälp av programmet Autodesk Inventor. figurer på när schaktbladet var helt färdigställt presenteras nedan.



Figur 16. Det färdiga schaktbladet.



**Figur 17. Schaktbladet vinklat för transport.**



## 5 Diskussion

I det här kapitlet diskuteras examensarbetets metodval så som varför jag valde att använda MIG/MAG-svetsning i stället för TIG- eller MMA-svetsning. I kapitlet finns även en resultatdiskussion där det framkommer hur schaktbladet fungerade och vad som kunde gjorts annorlunda vid konstruktionen på bladet. Sist och slutligen presenteras vidareutvecklingsmöjligheterna där även en idé för jämnare markberedning presenteras.

### 5.1 Metoddiskussion

Ritprogrammet Inventor fungerade ypperligt för detta ändamål. Vid skolan har vi använt oss av Siemens NX och från arbetslivet har jag erfarenhet av SolidWorks. Även dessa program skulle varit möjliga att använda vid modelleringen av schaktbladet. Nackdelarna med SolidWorks är att licenserna för att få använda programmet är dyra. Nackdelarna med Siemens NX är att jag inte har det installerat på egen dator samt att jag har minst erfarenhet av att göra upp 3D-modeller och sammanställningsritningar i programmet. Ett beslut om att göra 3D-modeller i Inventor togs på grund av att jag redan hade programmet på egen dator samt att konverteringen till DWG-format är relativt simpel.

Vid svetsningen av metalldelarna användes MIG/MAG-svetsning. Det konstaterades vara fördelaktigt tidsmässigt och ändamålsenligt för arbetet jämfört med exempelvis MMA- eller TIG-svetsning trots att dessa skulle ha varit möjliga alternativ. Eftersom jag har svetsat mycket med MIG/MAG-svetsning tidigare och har tillgång till bra utrustning så blev svetsfogarna mycket hållbara och starka. Svetsen som användes var 420 ampere vilket är hög strömstyrka, detta gjorde att jag kunde få sammansmältningen vid svetsfogarna fullständiga. Nackdelarna med TIG-svetsning är att svetsmetoden är mycket långsammare vilket skulle ökat gasbehovet och gjort att det blivit väsentligt dyrare. Att svetsmetoden är långsammare skulle även ha gjort att värme spridit sig mera i materialet och spänningar kunde ha uppstått i materialet. MMA-svetsning ansågs även vara ett sämre alternativ eftersom det kräver efterbehandling för slaggborttagning samt att svetsfogarna på schaktbladet behövde vara långa och vid MMA-svetsning kunde det kräva elektrobyte för att få fogen tillräckligt lång.

Eftersom jag själv inte har någon CNC-vattenskarare valdes att ha företaget B.Portin att skära ut delarna. Vid andra metallbearbetningsfirmor fanns även tillgång till CNC-plasma skärare men eftersom det alternativet skulle föra värme till materialet och eventuellt böja

materialet vid tillverkningen så ansågs det vara ett sämre alternativ. Prismässigt skulle det dock varit billigare att skära ut delarna med CNC-plasmaskärare vid andra metallföretag.

Även bockningarna utfördes med kantpress vid företaget B. Portin men eftersom jag inte var säker på vilka maskiner de hade tillgång till kunde man i efterhand gjort flera bockningar på större delar. Med flera bockningar på större delar skulle det ha resulterat i färre svetsfogar och arbetstiden samt kostnaden för svetsningen kunde ha minskats. Om flera liknande arbeten utförs i framtiden kommer troligtvis flera bockningar på större delar göras om det är möjligt.

Materialvalet blev metall med kvaliteten S355 vilket passade för detta ändamål då det har en god svetsbarhet. Inköpspriset var relativt billigt och hållfastheten hög. Sträckgränsen för detta material är 355 MPa, ju högre sträckgräns för materialet desto bättre men då skulle även priset blivit dyrare därför ansågs detta vara ett självklart val. En annan vanlig kvalitetstyp på metall är S235 men i och med att den har lägre sträckgräns (235 MPa) så ansågs det vara sämre alternativ till denna konstruktion.

Schaktbladet målades med en målarspruta inomhus vilket resulterade i en fin och jämn beläggning. Man kunde även målat med pensel vilket skulle ha resulterat i att utrymmet som det blev målat i inte skulle ha blivit lika målbelagt, men då skulle resultatet blivit av ojämnare kvalitet. Ett annat alternativ skulle varit att föra bort delarna och pulverlackera dem vilket resultatmässigt skulle ha blivit bäst. Pulverlackering skulle ha medfört extra utgifter och tidsmässigt tagit lång tid att föra och hämta delarna från måleriet därför ansågs det bästa alternativet vara att måla delarna själv med målarspruta.

## 5.2 Resultatdiskussion

Jag fick relativt fria händer med planeringen av schaktbladet och eftersom schaktbladet blev konstruerat från grunden utgjorde det att det blev mycket att tänka på för att få alla mått att stämma. Med tidigare erfarenhet av liknande projekt fick jag allt att fungera så som förväntat och projektet blev till stor belåtenhet för H. Willman. Jag är själv nöjd över mitt arbete med både planeringen och den praktiska tillverkningen. Projektet var dock tidskrävande men lärorikt och intressant på samma gång.

Schaktbladet har redan testats vid snöskottning och har fungerat utmärkt. Hydrauliken underlättar arbetet och förkortar arbetstiden mera än vad jag trodde och resultatet på markberedningen blir av högre kvalitet när man får justerat vinkeln på bladet precis som



önskat. Samt att det tandade slitbettet på bladet var utmärkt vid snöröjning då det medför att ytan inte blir lika hal.

Jag har redan fått förfrågan om att tillverka ett identiskt schaktblad till åt en annan jordbrukare som sett bild på bladet. Detta tolkar jag som att konstruktionen även är visuellt tilltalande. Att måla bommen blå passar mycket bra med traktorns färg som även den är blå.

### 5.3 Vidareutveckling

Vidareutveckling av schaktbladet kunde vara att montera hjul bakpå för att få en ännu jämnare markberedning. Hjulupphängningen kunde modelleras upp i 3D-modellen för att få en åskådlig bild på placeringen samt för att planera hur infästningen i bladet kunde se ut. Detta togs upp med H. Willman och han ansåg att det kan göras om jag anser att det kommer att utgöra en förbättring. En annan vidareutvecklingsmöjlighet som jag föreslog åt H. Willman vara att börja skotta snö på entreprenad eftersom han har en snö skopa samt det nya schaktbladet till förfogande i dagsläget.

Hela bladet är även löstagbart från bommen med (10st m20 12.4) bultar vilket gör att om man vill konstruera något annat i framtiden att fästa i bommen finns den möjligheten till förfogande. Det här gör att konstruktionen är mångsidig och kan användas i flera sammanhang. Bultarna är betydligt skapare än de vanligaste bultarna, vilket förbättrar hållfastheten.

Liknande projekt har tidigare blivit utfört på uppdrag av H. Willman men att ha någon att skära ut delarna med vatten skärare var något nytt. I framtiden kan samma tillvägagångssätt för att konstruera nya jordbruksmaskiner tillämpas. Men då kunde man höra sig för mera om vad vattenskäraren samt kantpressen har för begränsningar för att få en uppfattning om hur man ska konstruera modellerna på bästa sätt.

## 6 Källförteckning

Autodesk, (u.å). *What is CAD software?* Hämtat från

<https://www.autodesk.com/solutions/cad-software>

Carbontrikes, (u.å). *Grundläggande hållfasthet och materiallära.* Hämtat från

<http://www.carbontrikes.com/komposit/hallfasthet.htm>

Hoogstrate, A.M et al (2006), Delft University of Technology och University of Magdeburg, *High Performance Cutting with Abrasive Waterjets beyond 400 MPa*

Lepola, P., & Makkonen, M. (2004). Svetsning och stålkonstruktioner. Tammerfors: Utbildningsstyrelsen.

Haugnes, S. (1995). *Hydraulik I.*

IKH (u,å). *Dubbel låsventil.* Hämtat från <https://www.ikh.fi/sv/dubbel-lasventil-1-2-vbpde-1-h80030>

Manufacturingguide. (u.å). *Kantpressning.* Hämtat från

<https://www.manufacturingguide.com/sv/kantpressning>

Nationalencyklopedin (u.å). *Finita elementmetoden.* Hämtat från

<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/finita-elementmetoden>

Ness, E. et al (1995), *The Dow Chemical Company, Abrasion and erosion of hard materials related to wear in the abrasive waterjet.*

Nygård, D. (2015). *Hydraulik - En sammanfattning av teori, och ett exempel på uppbyggnad av ett enkelt hydrauliskt kranfordon.*

Projektledning.se (2020). *Produktutveckling: En traditionell produktutvecklingsprocess.*

Hämtad från <https://projektledning.se/produktutveckling/>

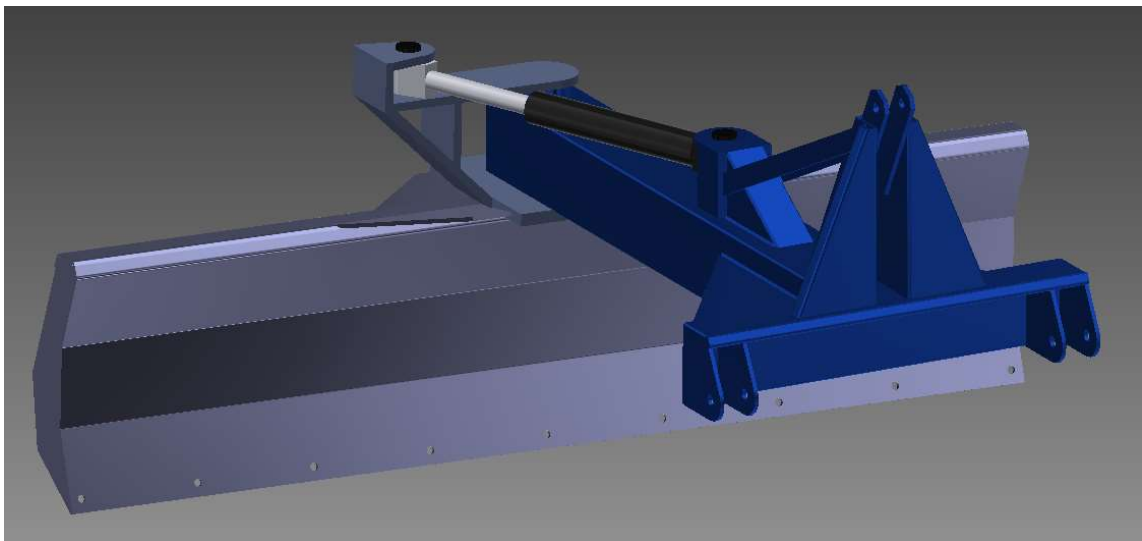
Svetskommissionen. (2019). *MAG/MIG, rörelektrod och gasmetallbågsvetsning.* Hämtat från <http://www.svets.se/kunskapsbanken/tekniskinfo/svetsning/svetsmetoder/migmaggasmetallbagsvetsning.4.38a2e557141001d64753ae5.html>

Österman et al. (2010). *Vattenskärning – teknologin och dess tillämpningsområden*

## Schaktblad - ritningar

**Robin Willman**

**Vattenskärning**

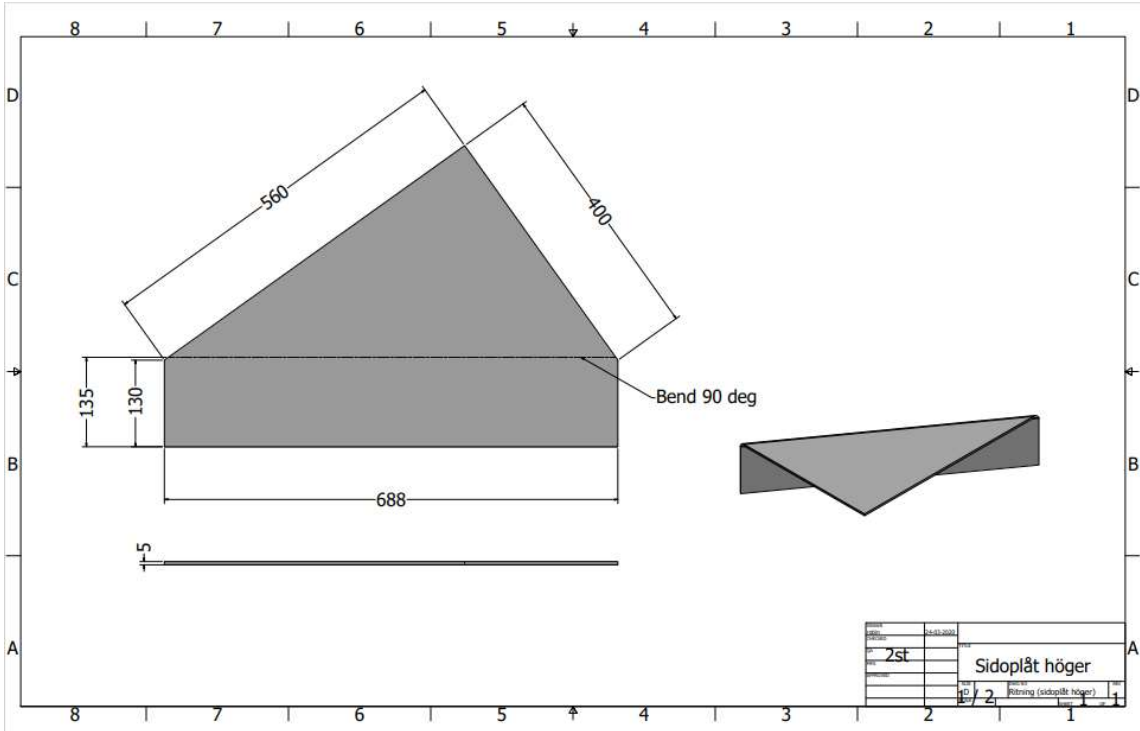
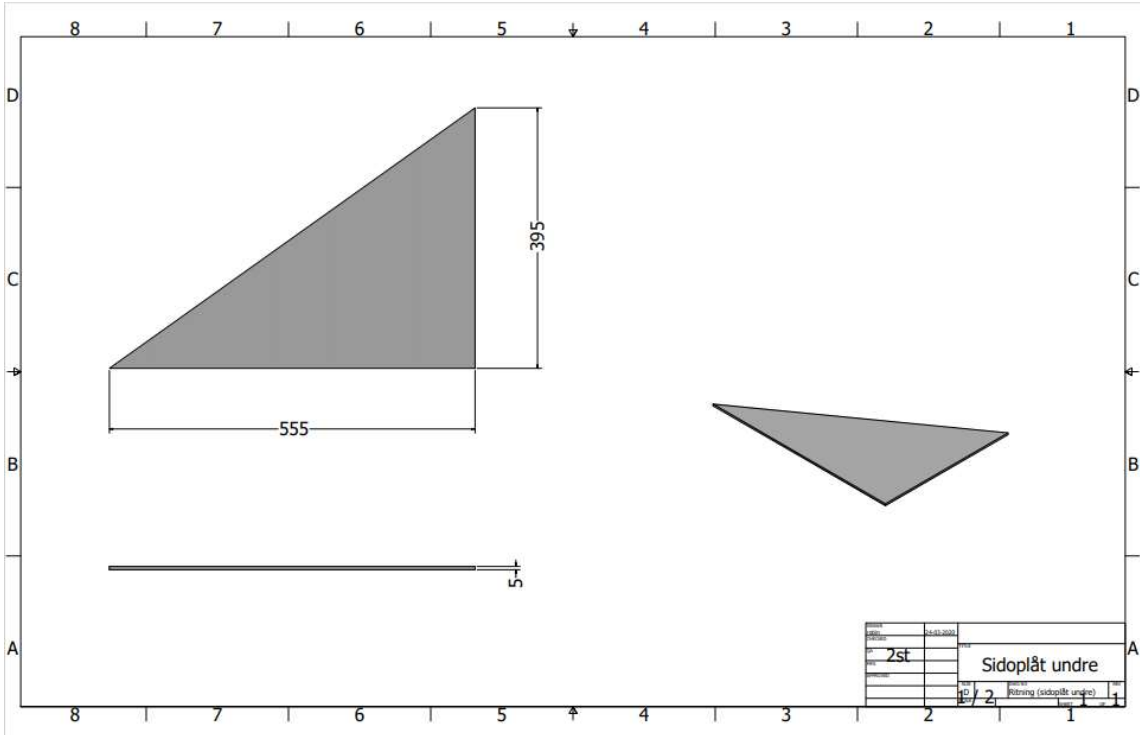


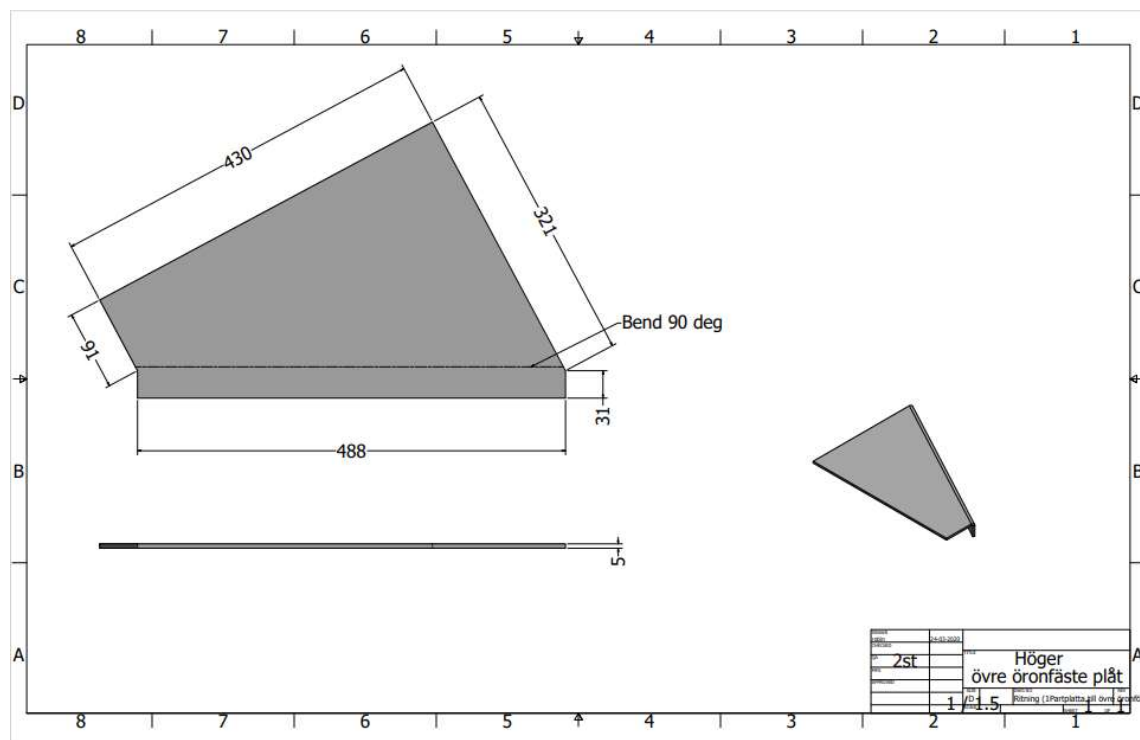
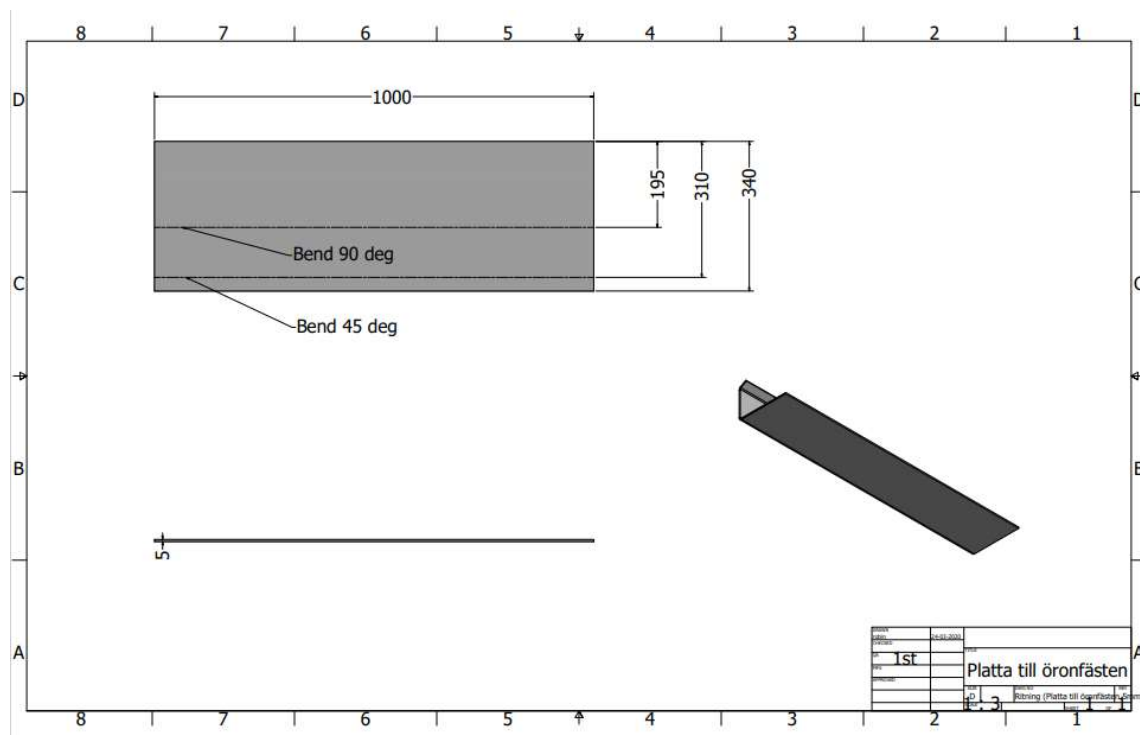
Tel. 050-5712884

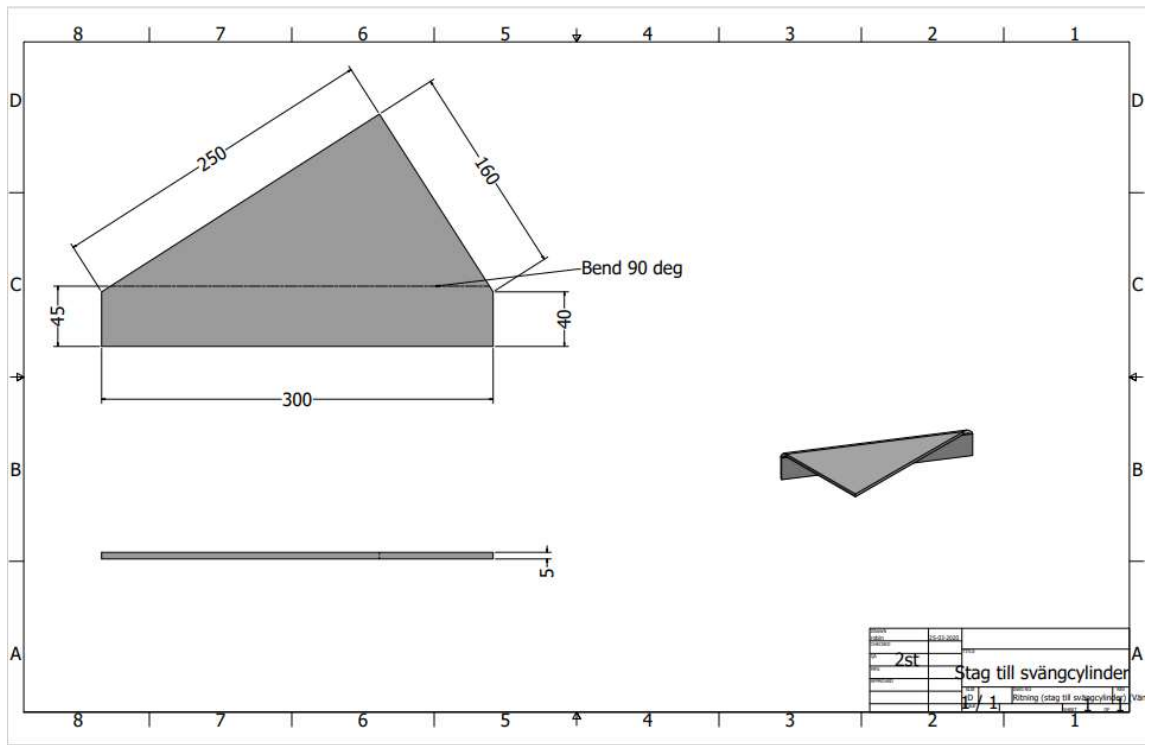
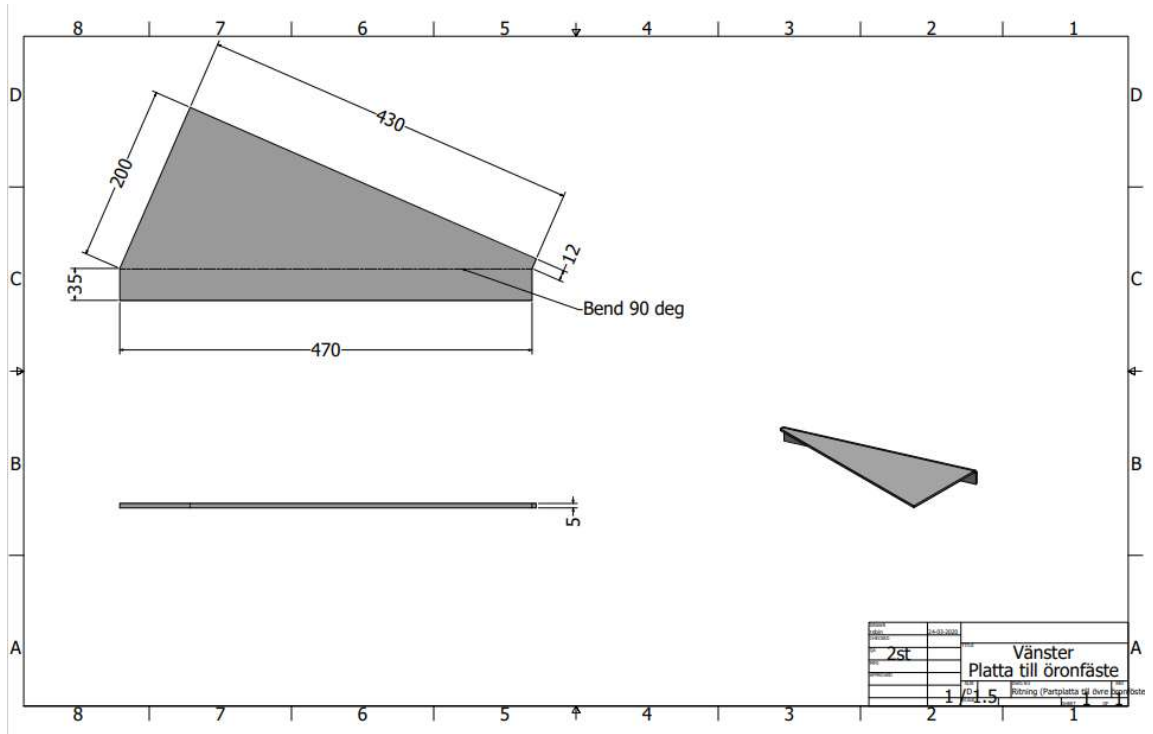
e-post: [RobinWillman@edu.novia.fi](mailto:RobinWillman@edu.novia.fi)

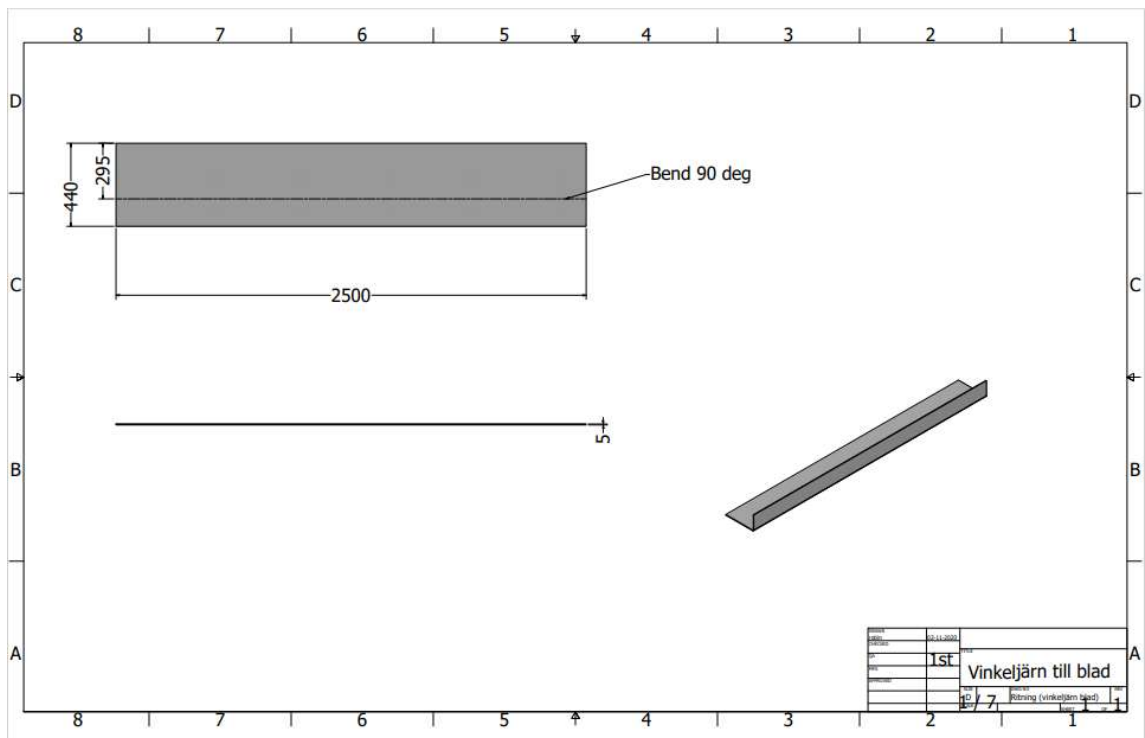
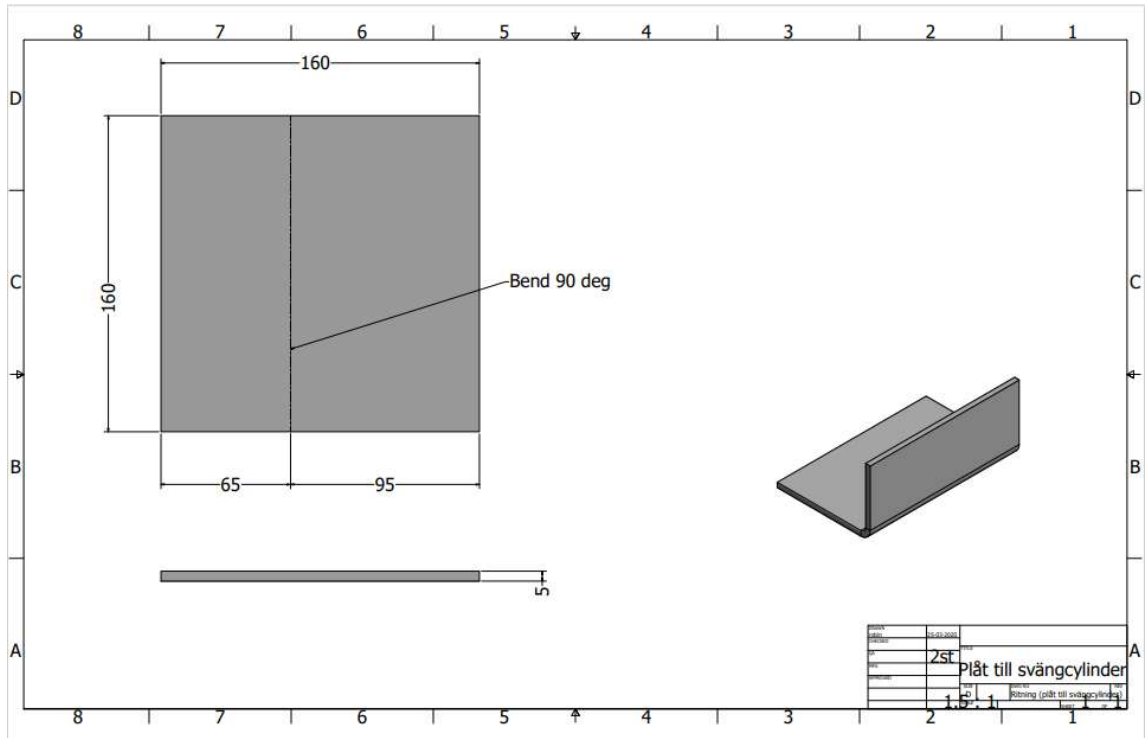
3-D ritningar av delarna finns.

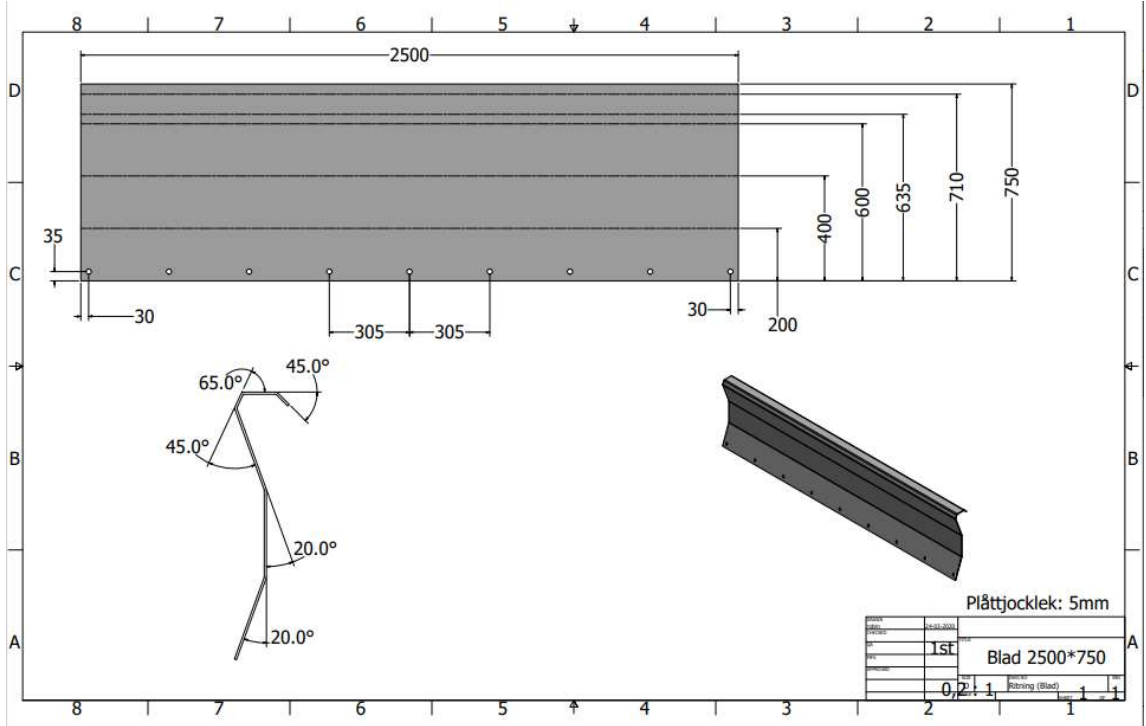
Delar 5mm plåt:



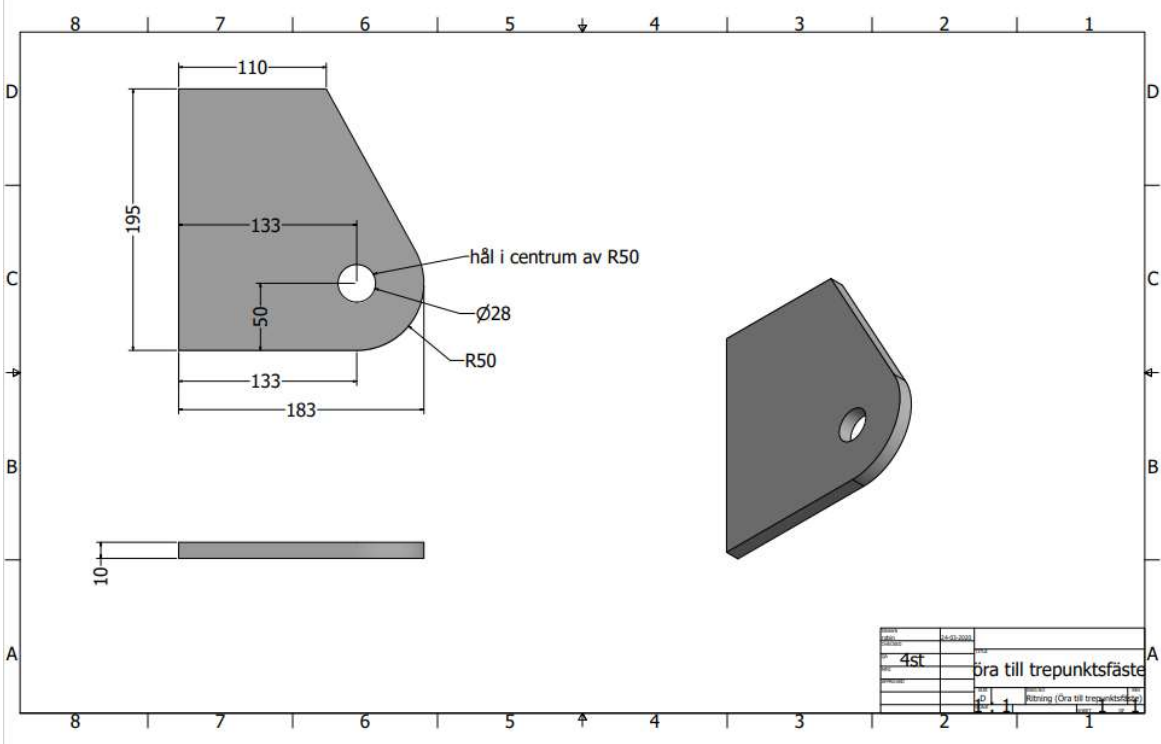




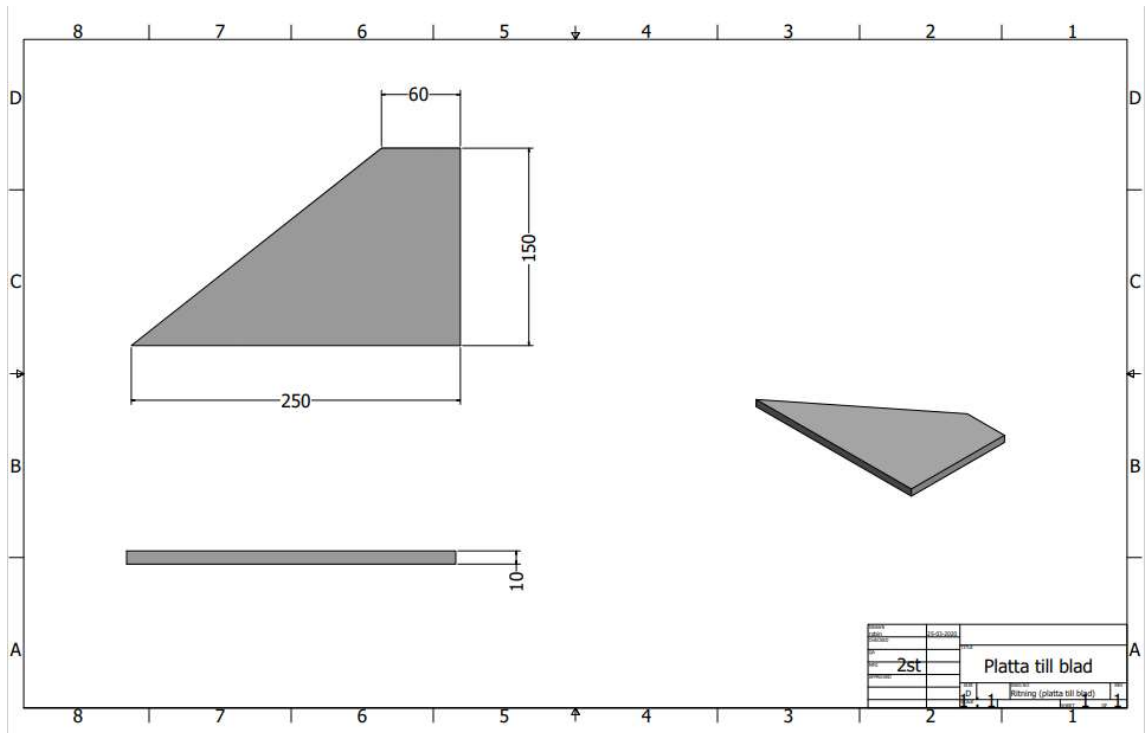
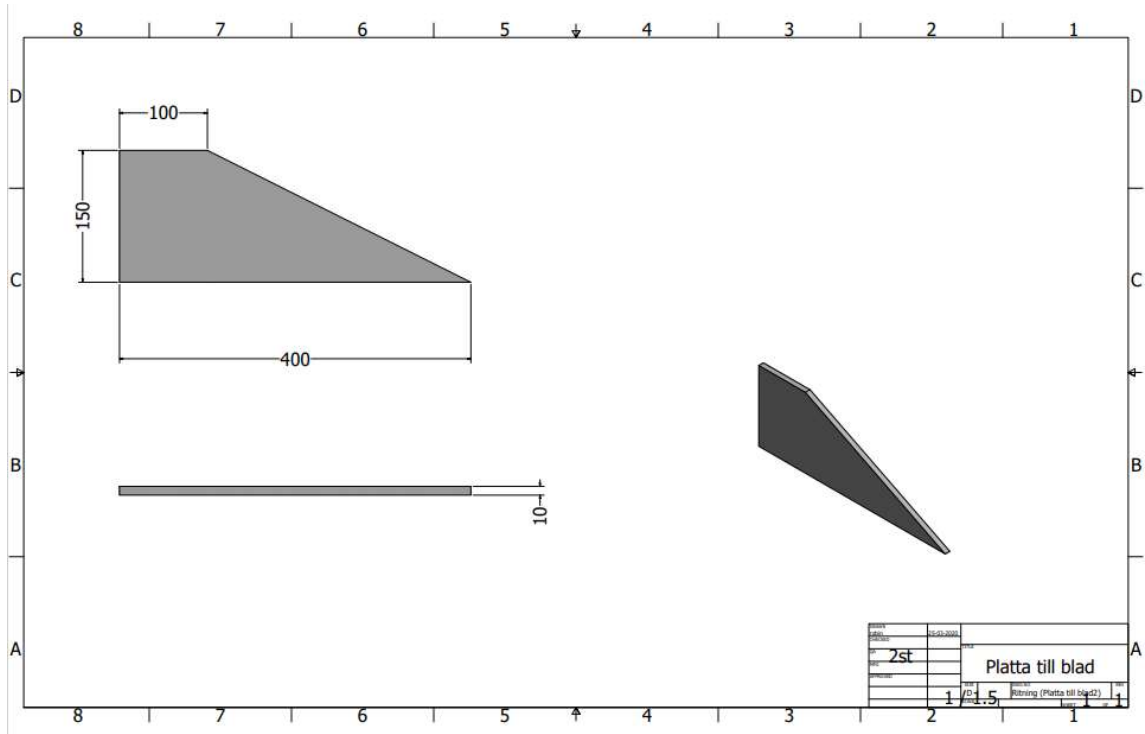


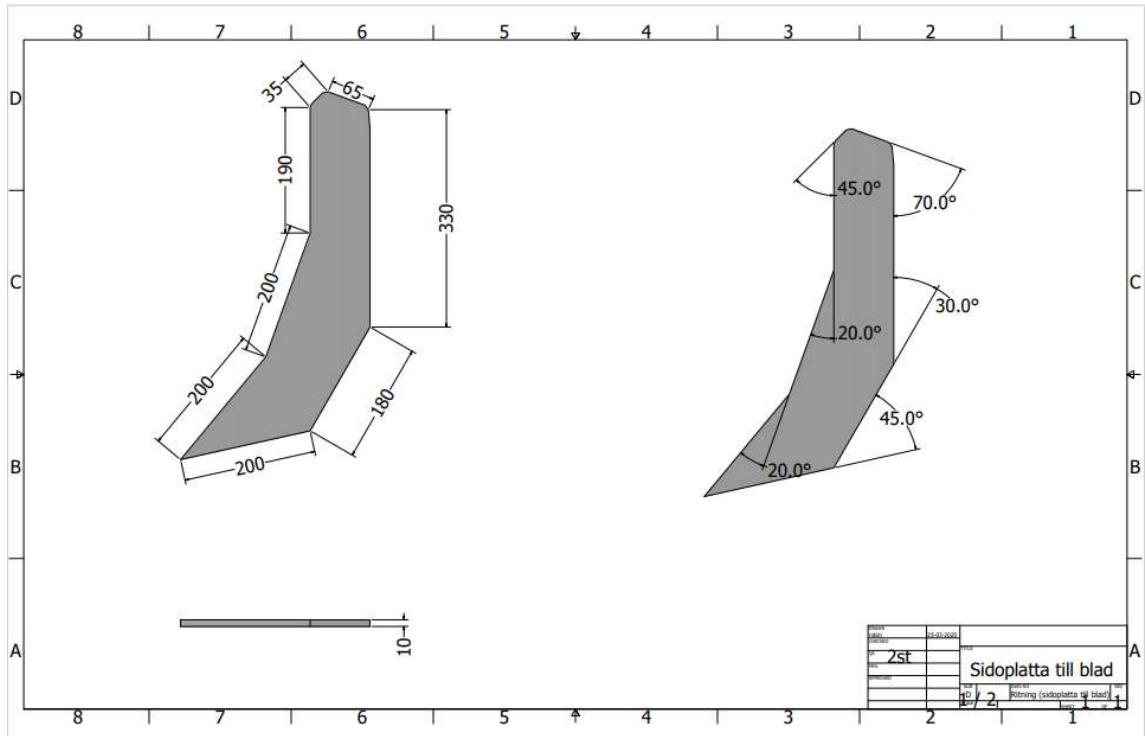


**Delar 10mm plåt:**

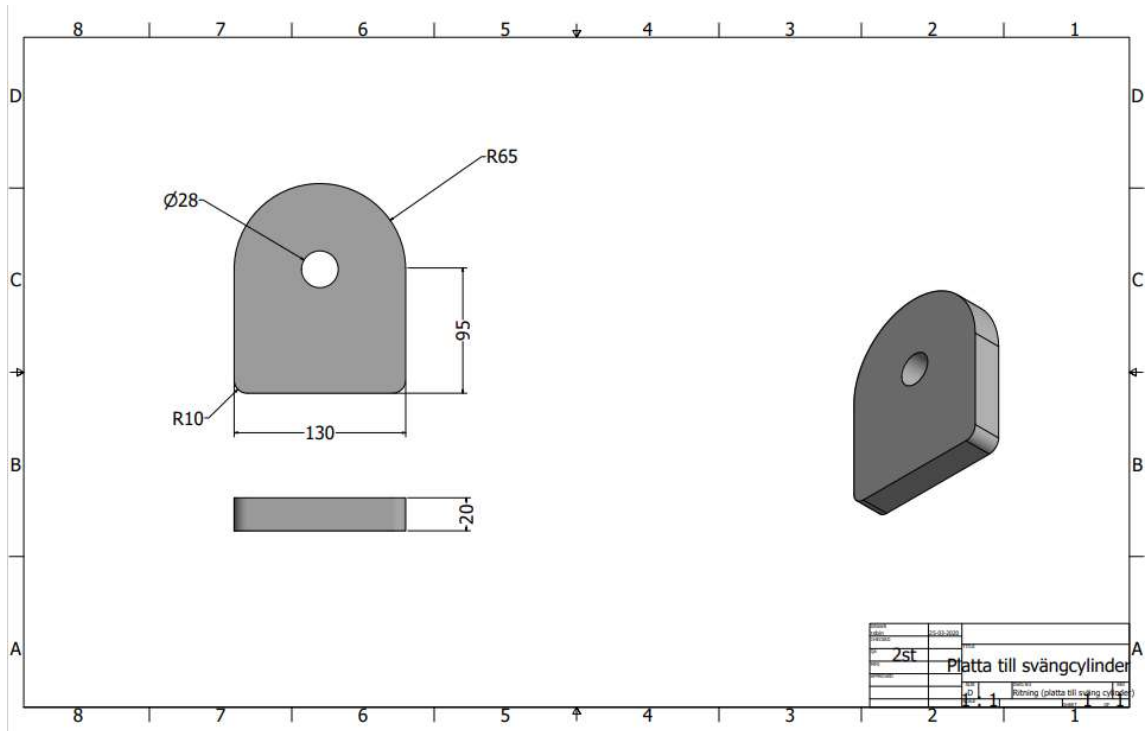


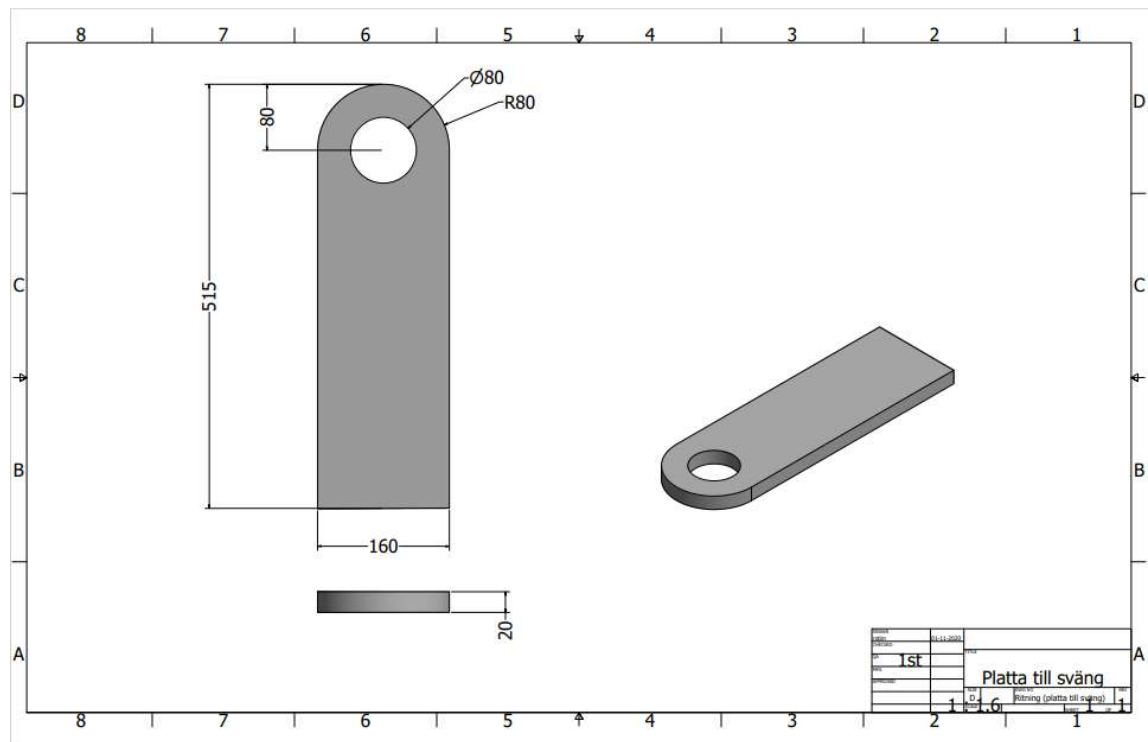
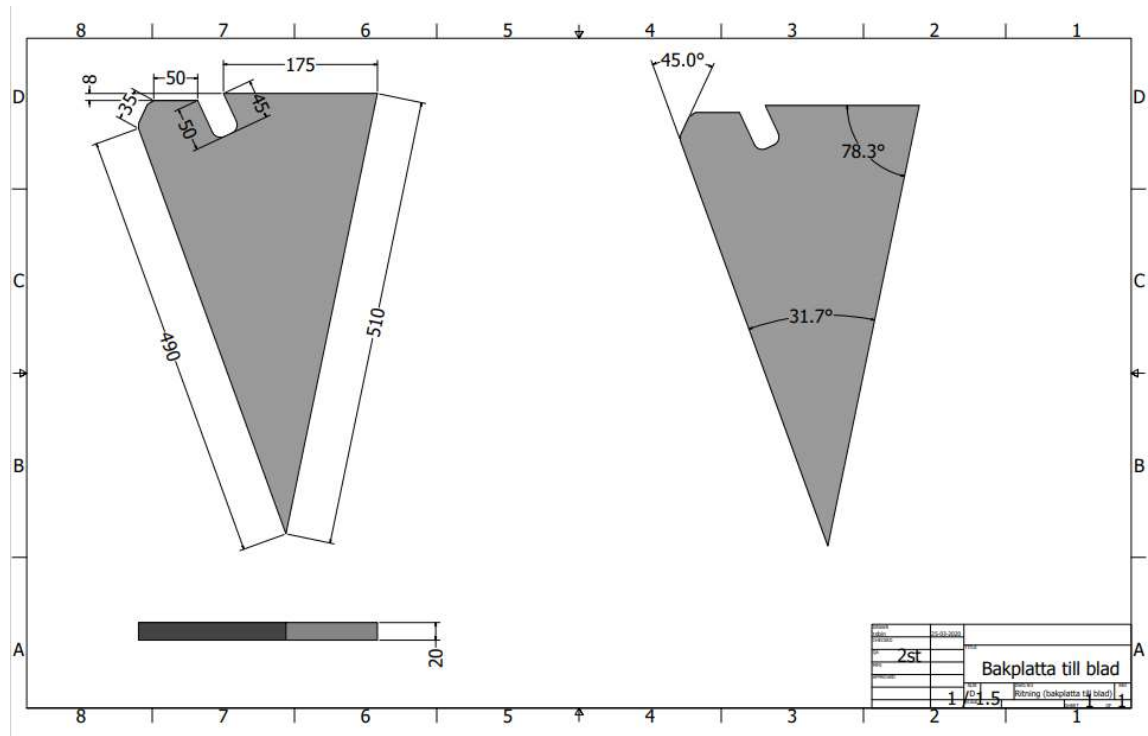


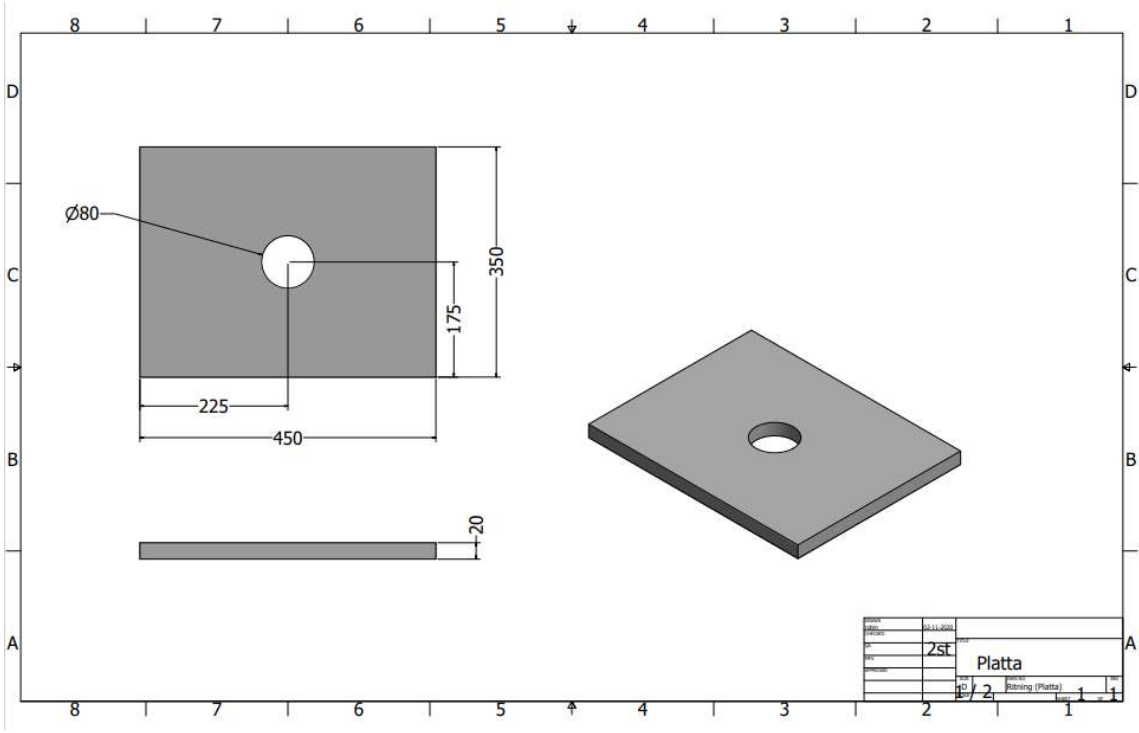
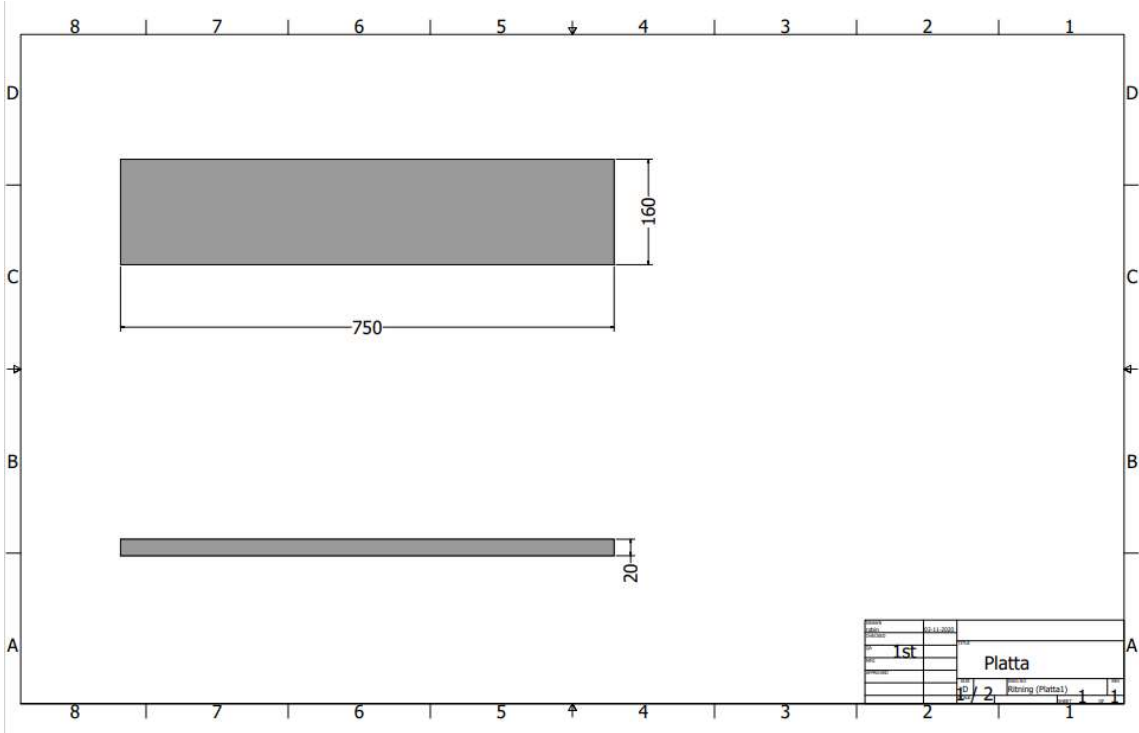


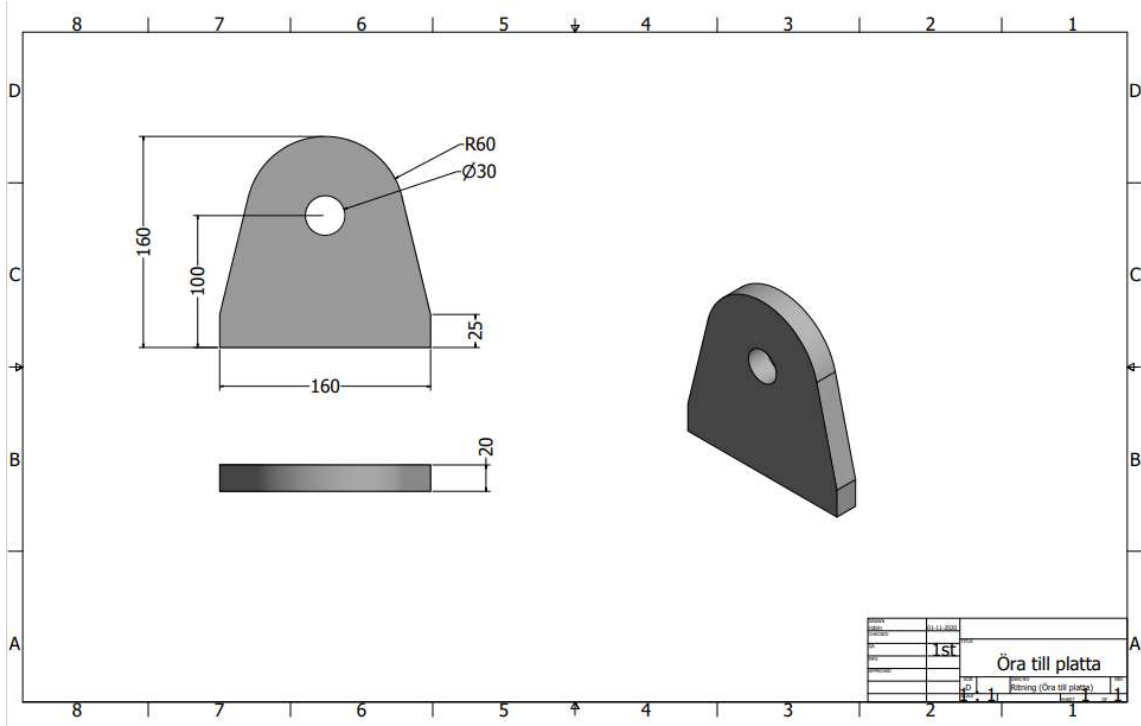


**Delar 20mm plåt:**









Övrigt:

